Excellence scientifique • Protection et conservation des ressources • Bénéfices aux Canadiens
Scientific Excellence • Resource Protection & Conservation • Benefits for Canadians

Habitats côtiers perturbés dans le réseau Saint-Laurent en aval de l'Ile d'Orléans

M. Pelletier, R. Vaillancourt, S. Hébert,
R. Greendale et Y. Vigneault

Ministère des Pêches et des Océans
Direction de la gestion des pêches et de l'habitat
Division de l'habitat du poisson
Gare Maritime Champlain C.P. 15500
901, Cap Diamant Québec (Québec) G1K 7Y7

Août 1990

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques No 1754

Pêches et Océans Fisheries and Oceans

Canada

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Les rapports techniques sont destinés essentiellement à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications complètes. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont résumés dans la revue *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*, et ils sont classés dans l'index annual des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement auteur dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Technical reports contain scientific and technical information that contributes to existing knowledge but which is not normally appropriate for primary literature. Technical reports are directed primarily toward a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is abstracted in *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and indexed in the Department's annual index to scientific and technical publications.

Numbers 1–456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457–714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715–924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

90-06737/

Rapport technique canadien des
sciences halieutiques et aquatiques No. 1754

Août 1990

HABITATS COTIERS PERTURBÉS DANS LE RÉSEAU SAINT-LAURENT EN AVAL DE L'ILE D'ORLÉANS

Par

M. Pelletier[1], R. Vaillancourt[1], S. Hébert[1], R. Greendale[1] et Y. Vigneault

Ministère des Pêches et des Océans
Direction de la gestion des pêches et de l'habitat
Division de l'habitat du poisson
Gare Maritime Champlain
C.P. 15500
901, Cap Diamant
QUÉBEC (Québec)
G1K 7Y7

[1]Adresse actuelle: Procéan, 945, chemin Ste-Foy, QUÉBEC (Québec), G1S 2L3

Ministère des Approvisionnements et Services Canada 1990
No de catalogue Fs 97-6/1754F ISSN 0706-6570

On devra référer comme suit à cette publication:

Pelletier M., R. Vaillancourt, S. Hébert, R. Greendale et Y. Vigneault. 1990. Habitats côtiers perturbés dans le réseau Saint-Laurent en aval de l'Ile d'Orléans: Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1754: ix +61p.

TABLE DES MATIERES

Liste des tableaux vi

Liste des figures vii

Résumé viii

Abstract viii

Préface ix

Introduction 1

Matériel et méthodes 1

Inventaire des modifications 1
Sélection des sites 2
Analyse des sites retenus et des interventions 2

Résultats 2

Barachois de Bonaventure 2

Composantes physiques 2
Composantes biologiques 3
Modifications anthropiques 4
Impacts des modifications anthropiques 4
Restauration proposée 7
Impacts de la restauration 7

Barachois du Grand Pabos 8

Composantes physiques 8
Composantes biologiques 9
Modifications anthropiques 9
Impacts des modifications anthropiques 11
Restauration proposée 12
Impacts de la restauration 14

Marais intertidaux de la région de Kamouraska 15

Composantes physiques 15
Composantes biologiques 15
Modifications anthropiques 17
Impacts des modifications anthropiques 17
Restauration proposée 23

Marais intertidal de Gros Cacouna 23

Composantes physiques 23
Composantes biologiques 23
Modifications anthropiques 24
Impacts des modifications anthropiques 24
Restauration proposée 27
Impacts de la restauration 27

Baie des Ha! Ha! 28

Composantes physiques 28
Composantes biologiques 28
Modifications anthropiques 29
Impacts des modifications anthropiques 31
Restauration proposée 33
Impacts de la restauration 33

Baie des Anglais 34

Composantes physiques 34
Composantes biologiques 35
Modifications anthropiques 36
Impacts des modifications anthropiques 36
Restauration proposée 38
Impacts de la restauration 39

Baie des Sept-Iles 39

Composantes physiques 39
Composantes biologiques 40
Modifications anthropiques 41
Impacts des modifications anthropiques 41
Restauration proposée 45
Impacts de la restauration 45

Port-Cartier 45

Composantes physiques 45
Composantes biologiques 46
Modifications anthropiques 46
Impacts des modifications anthropiques 48
Restauration proposée 49

Estuaires des rivières Manicouagan et aux Outardes 49

Composantes physiques 49
Composantes biologiques 51
Modifications anthropiques 52
Impacts des modifications anthropiques 52
Restauration proposée 52

Discussion 53

Recommandations 54

Références 57

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Synthèse des types de modifications et des types d'habitats inventoriés	3
Tableau 2	Barachois de Bonaventure : fiche synoptique	6
Tableau 3	Barachois du Grand Pabos: fiche synoptique	13
Tableau 4	Marais intertidaux de la région de Kamouraska: fiche synoptique	18
Tableau 5	Gros Cacouna: fiche synoptique	26
Tableau 6	Baie des Ha! Ha!: fiche synoptique	32
Tableau 7	Baie des Anglais: fiche synoptique	38
Tableau 8	Baie des Sept-Iles: fiche synoptique	44
Tableau 9	Port-Cartier: fiche synoptique	48
Tableau 10	Estuaires Manicouagan/Outardes : fiche synoptique	53
Tableau 11	Grille d'analyse des sites retenus	55

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Modifications anthropiques du Barachois de Bonaventure	5
Figure 2	Modifications anthropiques du Barachois du Grand Pabos	10
Figure 3	Profil type d'un marais intertidal de la région de Kamouraska	16
Figure 4	Modifications anthropiques des marais intertidaux de la région de Kamouraska, secteur St-Denis	19
Figure 5	Modifications anthropiques des marais intertidaux de la région de Kamouraska, secteur de la Baie de Kamouraska	20
Figure 6	Modifications anthropiques des marais intertidaux, secteur St-Germain	21
Figure 7	Modifications anthropiques des marais intertidaux, secteur Andréville	22
Figure 8	Modifications anthropiques du site de Gros Cacouna	25
Figure 9	Modifications anthropiques de la Baie des Ha! Ha!	30
Figure 10	Modifications anthropiques de la Baie des Anglais, Baie-Comeau	37
Figure 11	Modifications anthropiques de la Baie des Sept-Iles, secteur Pointe aux Basques	42
Figure 12	Modifications anthropiques de la Baie des Sept-Iles, secteur Pointe Noire	43
Figure 13	Modifications anthropiques du site de Port-Cartier	47

RÉSUMÉ

Pelletier, M., R. Vaillancourt, S. Hébert, R. Greendale et Y. Vigneault. 1990. Habitats côtiers perturbés dans le réseau Saint-Laurent en aval de l'Ile d'Orléans: Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1754: ix +61p.

La présente étude dresse l'inventaire des habitats côtiers perturbés de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent, et du Saguenay. Cet inventaire a été réalisé par photo-interprétation et complété par la revue de la documentation existante.

Les dix sites les plus perturbés font l'objet d'une description exhaustive, incluant l'historique des modifications anthropiques, les impacts physiques et écologiques de celles-ci sur l'habitat du poisson, ainsi qu'un scénario de restauration.

Ceux présentant le plus d'intérêt dans le cadre d'un programme de restauration sont: le barachois du Grand Pabos, la Baie des Anglais et le marais intertidal de Cacouna. La Baie des Ha! Ha!, le barachois de Bonaventure et la Baie des Sept-Iles présentent un intérêt de restauration moyen en raison de leur niveau de perturbation et de leur capacité de support plus faibles. Aucun scénario de restauration n'a été proposé pour les marais intertidaux de la région de Kamouraska à cause du faible niveau d'impact des endiguements sur l'habitat du poisson. Les impacts engendrés par le harnachement des rivières Manicouagan et aux Outardes, ainsi que par les contaminants rejetés dans la région de Port-Cartier, sont peu documentés et le statut de ces sites ne peut être établi.

ABSTRACT

Pelletier, M., R. Vaillancourt, S. Hébert, R. Greendale et Y. Vigneault. 1990. Habitats côtiers perturbés dans le réseau Saint-Laurent en aval de l'Ile d'Orléans: Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1754: ix + 61p.

Anthropogenic modifications along the coasts of the St. Lawrence Estuary and Gulf (including Saguenay River) were investigated on the basis of photographic interpretation and literature review. A total of 357 sites were shown to be affected by anthropogenic modifications of physical (e.g. presence of coastal structures, embankment) or chemical (e.g. contaminated effluent) nature.

Ten sites showing a high degree of perturbation were selected. In each case a synoptic description of the modifications and their physical and ecological significance are presented. A restauration scheme is proposed whenever practicable.

Three sites demonstrated a high potential of restauration: Grand Pabos, Baie des Anglais and Gros Cacouna. The sites of Baie des Ha! Ha!, Bonaventure and Baie des Sept-Iles demonstrated an intermediate restauration potential, because of their lower perturbation degree and carrying capacity. Embankments performed in the tidal marshes of Kamouraska did not affect fish habitat and no restauration scheme is proposed for this site. Finally, a status could not be established for three sites (Port-Cartier, Manicouagan River and aux Outardes River) due to gaps in available field data.

PRÉFACE

Le présent ouvrage est une synthèse d'un rapport d'étude réalisé par la firme Procéan de Québec. La version intégrale peut être consultée sur demande, en s'adressant au ministère des Pêches et des Océans. Cette étude fut produite dans le cadre du Plan d'action Saint-Laurent, à l'intérieur du programme État de l'environnement et des écosystèmes.

INTRODUCTION

Les habitats côtiers, le long du Saint-Laurent, jouent un rôle essentiel dans le cycle vital de nombreuses espèces aquatiques, tant animales que végétales. La perte d'une partie de ces habitats entraîne des répercussions significatives sur les écosystèmes et notamment sur les pêches canadiennes en eaux douces et marines.

Depuis le milieu du siècle, plusieurs milliers d'hectares de milieux humides ont déjà été perdus (Dryade 1980). La Division de l'habitat du poisson du ministère des Pêches et des Océans, s'est donc dotée d'une politique de gestion et de récupération de ces habitats. L'objectif à long terme de cette politique est de réaliser un gain net de la capacité de production des habitats côtiers. Pour réaliser cet objectif, le ministère des Pêches et des Océans doit d'une part conserver les habitats existants et veiller à maintenir leur capacité actuelle de production et, d'autre part, restaurer les habitats perturbés et rétablir la capacité de production de ceux-ci.

Dans cette optique, la Division de l'habitat du poisson désire se doter d'un ouvrage de référence répertoriant les modifications anthropiques subies par le littoral québécois et présentant les sites susceptibles de faire l'objet d'une restauration.

Cette démarche s'inscrit dans le cadre du Plan d'Action Saint-Laurent auquel la Division de l'habitat du poisson (Gestion), du ministère des Pêches et des Océans participe en collaboration avec Environnement Canada.

Le processus de restauration nécessite avant tout que les gestionnaires aient une bonne connaissance de l'étendue des pertes d'habitats et disposent d'un inventaire détaillé des habitats côtiers perturbés présentant un potentiel de récupération. Le but général de cette étude est de faire le point sur les pertes d'habitats côtiers survenues dans le réseau Saint-Laurent en aval de l'Ile d'Orléans, la partie amont étant déjà bien documentée.

Les objectifs spécifiques sont:

- d'établir une liste des modifications anthropiques inventoriées par une analyse cartographique et aérienne et une revue des documents disponibles sur les projets de développement en milieu côtier;
- de sélectionner les sites perturbés selon l'importance écologique de l'habitat et de la perturbation;
- de décrire de façon exhaustive les sites sélectionnés (type d'habitat, type et importance de la perturbation, impacts environnementaux);
- de proposer des scénarios de restauration permettant d'obtenir un gain net en habitat et de préciser les retombées positives anticipées;
- de classifier les habitats perturbés présentant un potentiel intéressant de restauration et de préparer une argumentation définissant l'intérêt écologique et socio-économique de cette restauration.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

INVENTAIRE DES MODIFICATIONS

L'inventaire des modifications anthropiques en milieu côtier fut basé sur l'analyse de l'information existante. Cette information était composée de documents photographiques aériens et de documents cartographiques et

écrits déjà publiés.

Les sites perturbés ainsi que la nature des perturbations ont été identifiés à partir de photographies aériennes à l'échelle du 1: 40 000. Les photographies aériennes provenaient de survols réalisés pendant les années 1979 à 1985. Chacun des sites a été numéroté et reporté sur des cartes-index réalisées à partir des fonds de carte du Service Hydrographique du Canada.

La littérature a été consultée dans le but de compléter et de valider le processus de photo-interprétation.

SÉLECTION DES SITES

Les critères de sélection des sites ont été les suivants:

- surface affectée par les modifications;
- degré et type de détérioration;
- importance relative du type d'habitat en cause;
- importance écologique et/ou économique du site en cause.

Dix sites ont été retenus:

- Barachois de Bonaventure;
- Barachois du Grand Pabos;
- Marais intertidaux de la région de Kamouraska;
- Marais intertidal de Gros Cacouna;
- Baie des Ha! Ha!;
- Baie des Anglais;
- Baie des Sept-Iles (Pointe Noire et Port de Sept Iles);
- Baie de Port-Cartier;
- Estuaires des rivières Manicouagan et aux Outardes.

ANALYSE DES SITES RETENUS ET DES INTERVENTIONS

Pour chacun des sites sélectionnés, on présente une description du milieu physique et biologique, les modifications anthropiques effectuées, et les impacts de ces modifications. Dans certains cas, un scénario de restauration est proposé et les impacts de cette restauration sont discutés.

RÉSULTATS

L'inventaire des modifications anthropiques a permis de répertorier 357 sites affectés par une ou plusieurs modifications anthropiques. Le tableau 1 présente une synthèse des types de modifications et d'habitats inventoriés. Les types de modifications les plus fréquents sont les structures côtières (quai, port, marina etc.) et le remblayage à des fins diverses (route, infrastructures portuaires, résidentielles etc). Ces deux types de modifications totalisent 84 % des cas de modification inventoriés.

Les types d'habitats présentant le plus grand nombre de modifications sont les estrans vaseux, sableux et rocheux (61 % des cas), les estuaires ouverts (19 % des cas), les barachois (11 % des cas) et les marais intertidaux (9 % des cas).

BARACHOIS DE BONAVENTURE

Composantes physiques

Le barachois de Bonaventure, situé à l'embouchure de la rivière Bonaventure, est de type estuarien. Le mélange eau douce/eau salée s'effectue à l'intérieur du barachois en période d'étiage d'été et à l'extérieur durant la crue. Le volume d'eau échangé à chaque cycle de marée, en période d'étiage, est d'environ $1,5 \times 10^6$ m^3 dont un peu moins de la moitié (47 %) provient du débit de

Tableau 1: Synthèse des types de modifications et des types d'habitats perturbés.

Type de modifications	nombre de modifications	%
Structure côtière	201	49
Remblayage	143	35
Assèchement	17	4
Dragage	21	5
Barrage	31	3
Flottage de bois	8	1
Effluent	8	1
Confinement	10	2
Type d'habitat		
Barachois laguraire	24	5
Barachois estuarien	26	6
Marais	37	9
Estran rocheux	88	21
Estran sableux et/ou graveleux	124	30
Estran vaseux	40	10
Estuaire ouvert	80	19
TOTAL	419	100

la Bonaventure, le reste provenant du courant de marée (Logimer 1985). La salinité varie de 0,2 $^{o}/_{oo}$ en amont de la zone de mélange à 26-27 $^{o}/_{oo}$ dans les parties en aval.

La géomorphologie du barachois de Bonaventure est caractérisée par de grands bassins peu profonds (1 mètre à marée haute moyenne), de hauts fonds deltaïques centraux et par la présence de chenaux actifs et parfois en voie de comblement.

Les sédiments constituant les fonds du barachois sont composés principalement de sable et gravier, la proportion de matériel graveleux augmentant proportionnellement avec l'hydrodynamisme. Le contenu en silt augmente dans les bassins semi-fermés pour atteindre plus de 50 % en poids des sédiments.

Composantes biologiques

La végétation de la portion non perturbée du marais est dominée par la spartine (Spartina sp.) et le jonc (Juncus sp.). On estime la production primaire totale annuelle de cette portion à 390 x 10^6 kcal (Nixon et Oviatt 1973; Smith 1980; Logimer 1985). Dans la zone infralittorale les principaux macrophytes sont la zostère marine (Zostera marina) et les algues vertes Enteromorpha sp. et Ulva sp.. La production macrophytique totale annuelle de cette zone est évaluée à 191 x 10^6 kcal (calculé d'après Logimer 1985).

Le zooplancton du barachois présente une faible diversité spécifique et est composé surtout de copépodes. Les organismes zooplanctoniques sont surtout concentrés dans les herbiers à zostère et dans le bassin semi-isolé de la partie nord-ouest du barachois. La faune macrobenthique est également peu diversifiée.

L'ichtyoplancton est absent en mai, la crue transportant les oeufs et les larves de poissons marins à l'extérieur du barachois. En août, les oeufs et la plupart des larves de poissons sont concentrés dans le bassin semi-isolé de la partie nord-ouest du barachois et dans le chenal d'accès (Logimer 1985).

Le barachois de Bonaventure a la particularité d'être à l'embouchure d'une rivière, ce qui explique la présence de poissons anadromes (saumon et omble de fontaine). De nombreuses anguilles, plies rouges, plies lisses, éperlans et épinoches fréquentent également les eaux du barachois (Logimer 1985).

Modifications anthropiques

L'inventaire historique des modifications du barachois de Bonaventure a été réalisé à l'aide des photographies aériennes de 1963, 1965, 1972, 1975, 1978, 1980 et 1986. La figure 1 illustre les modifications apportées au barachois.

Avant 1963, le barachois de Bonaventure a été modifié par les installations d'une scierie dans sa partie nord. Les perturbations associées (tableau 2) incluent la construction et le dragage de canaux, et l'aménagement d'un bassin de flottage (0,54 km^2) partiellement isolé par une digue ouverte. De plus, les égouts de la municipalité ont été rejetés pendant plus de 70 ans dans ce même bassin (Logimer 1984).

Entre 1963 et 1972, la fermeture de la scierie entraîna l'arrêt du flottage du bois. Une surface de 0,03 km^2 fut draguée le long des installations portuaires. La construction du remblai de la route 132, affectant une surface de 0,06 km^2, commença en 1972. Le remblayage a isolé une bonne partie du barachois et a fermé de nombreux chenaux.

En 1980, l'ancienne estacade qui formait le bassin de flottage fut consolidée afin d'y passer un chemin entre la 132 et la flèche littorale, créant ainsi un bassin semi-isolé de 0,02 km^2. Les photographies aériennes ne permettent pas de déceler de nouvelles modifications depuis 1986.

Impacts des modifications anthropiques

Aspects physiques Le remblayage nécessaire à la construction de la route 132 a eu pour effet direct de causer une perte d'habitat correspondant à une surface de 0,06 km^2 (5 % de la surface totale).

L'hydrodynamisme et les processus de sédimentation ont été modifiés sur une superficie de 0,6 km^2, ce qui correspond à 33 % de la surface totale du barachois. On estime que le régime hydrodynamique a été très affecté sur une surface de 0,22 km^2 (12 % de la surface totale du barachois) et moyennement affecté sur une surface de 0,38 km^2 (21 % de la surface totale). Ces changements résultent de la fermeture de nombreux chenaux et de l'isolement de certaines zones intertidales.

La petite baie située juste au nord de la route, à l'extrémité est du barachois, a vu ses échanges avec la mer réduits. Cette baie a été perturbée par le dépôt et l'accumulation de matières ligneuses lors du flottage de bois qui ont possiblement, dans le passé, causé un

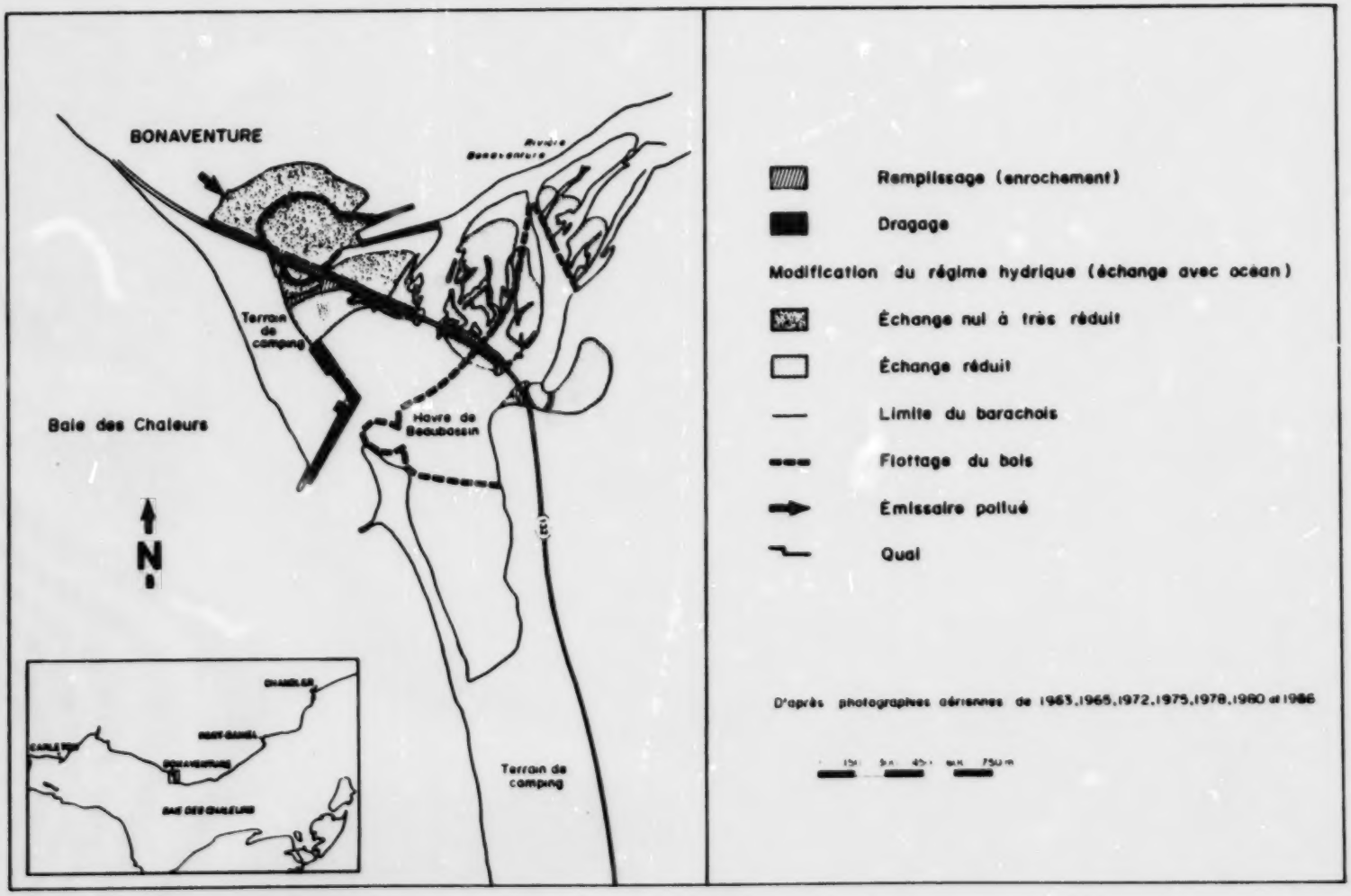

Figure I. MODIFICATIONS ANTHROPIQUES DU BARACHOIS DE BONAVENTURE

Tableau 2: Barachois de Bonaventure: fiche synoptique.

Type d'habitat: Barachois estuarien		
	-	marais intertidaux
	-	herbiers de zostère
Modifications anthropiques:	-	Dragage (0,05 km^2)
	-	Flottage de bois (0,54 km^2)
	-	Enrochement (0,06 km^2)
Impacts des modificatons:		
	-	Perte nette d'habitat (0,6 km^2)
	-	Modification du régime hydrique (0,6 km^2) (hydrodynamisme, processus de sédimentation)
	-	Confinement de deux bassins (0,17 km^2) (modifications des caractéristiques physico-chimiques, eutrophisation, perte de capacité de support, herbiers à zostère)
Restauration proposée:	-	Réouverture des bassins isolés
Impacts de la restauration:	-	Aspects écologiques
		- Augmentation de la capacité de support (360 x 10^6 kcal/an)
		- Récupération d'aire d'alevinage et d'alimentation
		- Augmentation de la capacité naturelle d'épuration (marais intertidal)
	-	Aspects économiques
		- Valeur annuelle associée à la capacité de support et d'épuration: 200 000 $
	-	Aspects sociaux
		- Augmentation de la qualité de la vie de la population locale (2995 habitants)
		- Augmentation du potentiel récréo-touristique (12500 touristes)

certain colmatage du substrat et la formation d'une couche sédimentaire anaérobique. Les débris ligneux libèrent de plus des composés toxiques pour la faune aquatique: lignines, H_2S, acides résineux (Marier 1974) et affectent la transparence et la couleur de l'eau. Le flottage de bois ne se faisant plus depuis 1963, ces débris ligneux sont en bonne partie décomposés et recouverts de nouveaux sédiments.

Aspects biologiques Les barachois sont des écosystèmes particulièrement productifs (Dutil et al 1982). Ces zones de transition entre le milieu terrestre et marin possèdent des eaux riches dont la teneur en matières nutritives favorise une importante production primaire et secondaire.

Les modifications physiques apportées au barachois ont isolé deux bassins. L'isolement de ces bassins a modifié les conditions physico-chimiques et changé le faciès végétal et l'équilibre écologique de ce secteur (Logimer 1985). Le taux élevé de productivité primaire des marais intertidaux résulte en grande partie de la capacité photosynthétique remarquable de la spartine et de l'inondation régulière du marais qui procure un apport constant en éléments nutritifs (Gauthier et al 1980). Dans le cas du grand bassin (figure 1), on estime la perte de production primaire du marais intertidal à 260 x 10^6 kcal/an.

Par ailleurs, le confinement et l'ajoût de matière organique (égouts, flottage du bois) ont enclenché un processus d'eutrophisation des bassins semi-isolés et une réduction de la diversité spécifique. Ainsi, des herbiers à zostère ont disparu sur une surface évaluée à 0,10 km^2. On estime la perte de production primaire résultante à 100 x 10^6 kcal/an. Ces herbiers peuvent donc avoir une grande importance au niveau de la productivité globale des habitats côtiers (Adams 1976a).

Finalement, le confinement des bassins a limité l'accès de plusieurs espèces d'intérêt commercial ou sportif (éperlan, anguille, poulamon, crabe tourteau, saumon, omble de fontaine) aux zones abritées et aux marais offrant un bon potentiel comme aires d'alevinage ou d'alimentation.

Restauration proposée

Pour redonner aux bassins perturbés les caractéristiques hydrodynamiques naturelles, un passage devrait être pratiqué afin de relier le bassin confiné au nord de la route 132 à celui situé immédiatement au sud. Ce passage devrait être localisé le plus à l'est possible afin de favoriser l'inondation de la rive est. Considérant un marnage de 0,5 m et une superficie de 0,15 km^2, le volume d'eau échangé à chaque marée se doit d'être de l'ordre de 55 000 m^3. Ainsi avec une vitesse de courant de 0,25 m/sec et une profondeur de 0,5 m, la largeur de la passe devrait être d'un minimum de 20 m. De plus, afin de permettre un échange optimal entre le petit bassin au sud de la route 132 et le reste du barachois, la route secondaire reliant la route 132 au terrain de camping devrait être enlevée.

La restauration du régime hydrodynamique devrait favoriser le recouvrement des caractéristiques naturelles du barachois. Toutefois, dans le cas où les processus naturels ne seraient pas suffisants, il faudrait penser à l'implantation d'un marais.

Impacts de la restauration

Aspects écologiques La restauration proposée pourrait permettre la récupération de 0,08 km^2 de marais intertidal et 0,10 km^2 d'herbier à zostère. La production primaire perdue (260 x 10^6 et 100 x 10^6 kcal pour le marais intertidal et l'herbier à zostère, respectivement) serait disponible à nouveau.

Le recouvrement des conditions océanographiques antérieures arrêtera le processus d'eutrophisation du bassin nord et pourrait permettre à cette partie du barachois de retrouver ses caractéristiques physico-chimiques et écologiques d'origine. On devrait

observer une diminution de la température, une augmentation de la salinité, une diminution de la charge de matière organique, et la restauration des peuplements de macrophytes (e.g. zostère, Enteromorpha sp.).

Finalement, le recouvrement des fonctions premières du marais intertidal devrait entraîner la réutilisation du site par les oiseaux aquatiques caractéristiques d'un marais. La réouverture du bassin devrait ramener les espèces qui ont par le passé utilisé cet habitat: épinoche, poulamon, truite, saumon, éperlan, crabe tourteau, bivalves et autres invertébrés.

Aspects économiques La restauration du barachois entraînerait un bénifice économique dépassant les 200 000 $, et ce pour les raisons suivantes.

D'abord, une valeur monétaire peut être attribuée à la production primaire. En prenant un estimé conservateur de 6600 kcal par dollar (calculé d'après Gauthier et al 1980), la valeur annuelle de la capacité de support récupérée du marais et de l'herbier à zostère se chiffrent respectivement à 39 400 $ et 15 150 $, pour un total de 54 550 $.

Deuxièmement, les activités de recyclage et d'épuration d'un marais intertidal équivalent au travail d'une véritable usine d'épuration de traitement tertiaire (Gauthier et al 1980). Un marais de 2,07 km^2 recycle et épure quotidiennement près de 5 tonnes de phosphates, 4,3 tonnes d'azote ammoniacal, environ 70 kg de nitrate d'azote en plus d'introduire dans le milieu 20 tonnes d'oxygène (Gauthier et al 1980). Il en coûterait annuellement à la collectivité environ 150 000 $ pour effectuer un traitement tertiaire comme le ferait le marais restauré (0,08 km^2) du barachois de Bonaventure (calculé d'après Gauthier et al 1980). Les capacités de production primaire et d'épuration du barachois lui confèrent donc une valeur annuelle de l'ordre de 204 000 $.

De plus, des retombées économiques seraient associées à l'augmentation de certaines activités récréatives si le marais était restauré (chasse, pêche sportive, activités d'interprétation de la nature, achalandage potentiellement plus élevé du camping etc.). Ces retombées économiques ne peuvent pas être évaluées.

Aspects sociaux La restauration du barachois de Bonaventure contribuerait à la sauvegarde du patrimoine écologique québécois. Le barachois estuarien est un écosystème présentant un intérêt particulier et il n'y en a qu'une dizaine au Québec.

Le rétablissement des échanges entre les bassins isolés et la mer réduirait l'accumulation et la biodégradation de matière organique, ce qui entraînerait la disparition de l'odeur désagréable caractéristique de ce bassin semi-isolé. La qualité de vie de la population de la municipalité de Bonaventure (2995 habitants) s'en trouverait rehaussée et la valeur des terrains limitrophes pourrait augmenter. De plus, le barachois restauré augmenterait le potentiel récréo-touristique de la région (clientèle potentielle de 12 500 personnes) et contribuerait à maintenir le potentiel halieutique de la Baie des Chaleurs.

BARACHOIS DU GRAND PABOS

Composantes physiques

Le barachois du Grand Pabos est, comme celui de Bonaventure, de type estuarien. Il est situé à l'embouchure de la rivière Grand Pabos. La surface totale actuelle du barachois est de 4,4 km^2.

La géomorphologie du barachois du Grand Pabos est caractérisée par la présence d'un grand bassin peu profond, de hauts-fonds deltaïques centraux, d'un chenal principal actif et de chenaux secondaires en voie de comblement. Les sédiments constituant les fonds du barachois peuvent être composés de sable, de sable graveleux et de vase, la proportion de matériel graveleux augmentant avec le gradient hydrodynamique. Les vases s'accumulent dans les zones plus calmes et sur les estrans.

Composantes biologiques

Ce type d'habitat est caractérisé par une diversité spécifique relativement faible, une biomasse élevée, ainsi qu'une productivité primaire très élevée, due en partie à la présence de marais et d'herbiers.

Les marais intertidaux occupent environ 20 % de la superficie totale du barachois, soit environ 1 km^2. Les herbiers à zostère couvrent près de 60 % de la zone infralittorale, soit une superficie d'environ 2 km^2 (SAB 1988).

La production primaire annuelle totale des marais intertidaux du barachois est évaluée à 3250 x 10^6 kcal (Nixon et Oviatt 1973, Smith 1980, Logimer 1985). Sur la base des résultats de Dutil et al (1983) pour les marais à spartine de la région de Kamouraska, la production ichtyenne annuelle totale est estimée à 1,29 x 10^6 kcal/an. Les marais intertidaux sont considérés comme les écosystèmes les plus productifs de la planète (Odum 1975, Smith 1980).

Dans le cas des herbiers à zostère, la production serait de l'ordre de 2000 x 10^6 kcal/an si l'on assume que leur productivité est la moitié de celle des herbiers à zostère de la Caroline du Nord, étudiés par Adams (1976a). La production ichtyenne de ces herbiers est de l'ordre de 4,12 x 10^6 kcal, si l'on se base sur les données fournies par Nixon et Oviatt (1972), obtenues dans le Rhode Island.

Des niveaux de production particulièrement élevés sont ainsi associés aux herbiers à zostère. Williams (1973 in Adams 1976a) estime que de tels herbiers contribuent à 64 % de la production primaire totale d'un système estuarien près de Beaufort, Caroline du Nord. Une large partie de cette production est utilisable par l'homme parce qu' elle contribue de façon importante à la production de ressources halieutiques.

Modifications anthropiques

Les modifications anthropiques du barachois du Grand Pabos sont en grande partie dues aux activités industrielles reliées aux pâtes et papiers. La figure 2 illustre les différentes modifications de ce site.

Les photos aériennes de 1963 révèlent qu'à cette époque le cours du ruisseau Noir avait été détourné. La première phase d'endiguement et de remplissage fut complétée dans le secteur nord-est. Le passage de la route 132 au-dessus de la rivière du Grand Pabos a refermé deux chenaux et a concentré le débit dans le chenal central. Deux digues parallèles ont été installées le long du chenal principal afin d'éviter l'échouage des billots dans la zone intertidale. Presque toute la partie est du barachois servait alors au flottage du bois et ce jusqu'à la période située entre 1969 et 1975. Des restes d'estacades, situées au nord et à l'est de l'île Beauséjour, sont encore présentes.

Les traces de la présence d'estacades près de l'île Beauséjour délimitant le flottage de bois laissent supposer que le secteur nord-ouest ainsi que la rivière du Grand Pabos

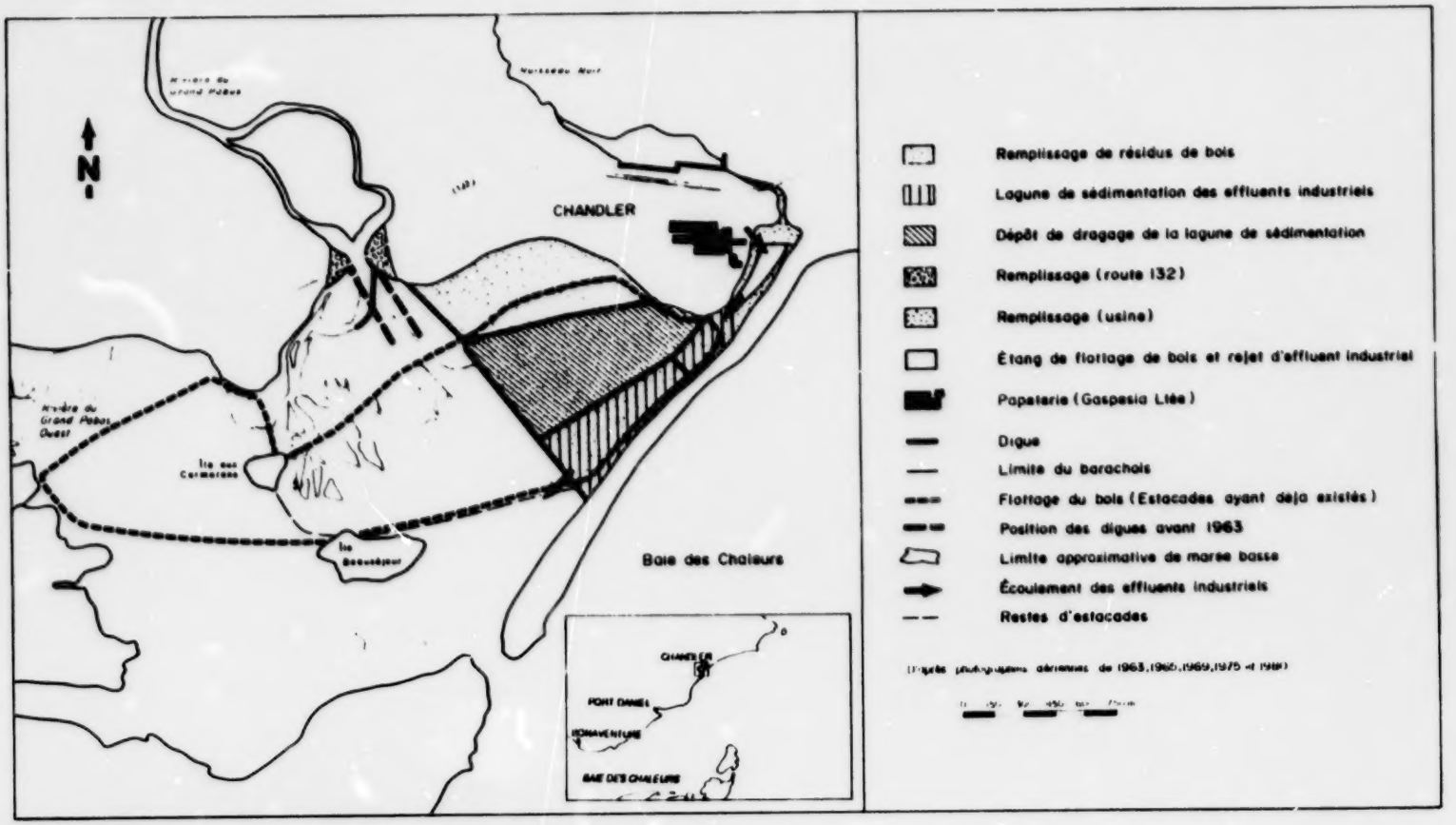

Figure 2. MODIFICATIONS ANTHROPIQUES DU BARACHOIS DU GRAND PABOS, CHANDLER

ouest auraient aussi servi au flottage avant 1963.

Entre 1963 et 1965, la construction d'une digue a permis d'augmenter la superficie servant au remplissage et/ou à la décantation des eaux usées. Jusqu'en 1963, les eaux usées étaient rejetées directement à la mer. Entre 1963 et 1965, une partie des eaux usées fut détournée dans le barachois et en 1969 toute les eaux usées transitaient directement par le barachois.

De 1965 à 1969, la surface de remplissage fut considérablement agrandie. Durant la période de 1969 à 1975, la partie est du barachois fut complètement isolée par endiguement et partiellement remplie.

Enfin, la construction d'une digue détournant la rivière du Grand Pabos vers l'ouest, visait à protéger de l'érosion la zone de remplissage.

Impacts des modifications anthropiques

Aspects physiques Une surface de 2,62 km^2 (48 % de la surface totale) du barachois a été perturbée à différents niveaux (tableau 3).

L'endiguement et le remblayage ont causé la perte nette de 1,06 km^2 (19 %). La surface remblayée a servi de zone de sédimentation aux eaux usées et il est probable que les matériaux de remblayage aient incorporé une charge relativement importante de contaminants.

L'écoulement a été modifié sur une surface de 0,42 km^2 (8 % de la surface totale). L'écoulement de la rivière du Grand Pabos est concentré dans un seul chenal, changeant radicalement le régime sédimentaire dans ce secteur. Ainsi, la zone intertidale "deltaïque" a été progressivement remplie par des sédiments fins, l'apport sédimentaire fluviatile se produisant plus au sud, sur une superficie difficilement mesurable, à l'est de l'île aux Cormorans. Par ailleurs, la construction d'une digue, entre 1969 et 1975, a détourné la rivière vers l'ouest et a complètement isolé le secteur est, précédemment drainé. Ce secteur est maintenant caractérisé par des sédiments fins. Le flottage du bois, sur une grande partie du barachois, particulièrement à l'est des îles a probablement résulté en une accumulation relativement importante de résidus de bois.

Finalement, le rejet d'eaux usées dans le barachois peut causer des changements importants au niveau de la qualité de l'eau. Des analyses effectuées par le MENVIQ (1986, 1988) ont révélé des valeurs élevées pour les paramètres suivants:

- Matière en suspension;
- DBO_5;
- DCO;
- Phosphore;
- Azote;
- Tannins et lignines;
- Phénols;
- Huile et graisses;
- Hydrocarbures;
- BPC;
- Métaux (Al, Cu, Fe, Mg, Mn, Zn);
- Bactéries coliformes

Aspects biologiques Les modifications anthropiques du barachois ont causé la destruction d'habitats écologiquement importants. Environ 0,3 km^2 de marais intertidal a disparu, ce qui représente des pertes de productions primaire et ichtyenne de 975×10^6 kcal/an et de $0,39 \times 10^6$ kcal/an, respectivement. De la même façon, la disparition d'environ 0,6 km^2 d'herbier à zostère peut avoir causé des pertes de productions primaire et ichtyenne de 600×10^6 kcal/an et

$1{,}24 \times 10^6$ kcal/an respectivement. La destruction de ces habitats peut par ailleurs avoir éliminé certaines espèces de poissons, d'invertébrés et d'oiseaux aquatiques, notamment, associées à ces peuplements.

Les changements du régime hydrodynamique et des processus de sédimentation ont vraisemblablement entraîné des changements au niveau de l'abondance et de la diversité de la faune benthique. Il est probable aussi que la déposition de débris ligneux résultant du flottage du bois ait causé d'importantes modifications du milieu benthique (colmatage du substrat, formation d'une couche anaérobique, diminution de l'oxygène dissous et de la transparence). Le flottage du bois a toutefois cessé en 1975 et ces débris ligneux sont en partie décomposés et recouverts de nouveaux sédiments.

La physico-chimie des eaux du barachois a été modifiée par la construction de la digue et le rejet d'eaux usées. Ces changements peuvent avoir altéré les communautés planctoniques et ichtyennes et favorisé le processus d'eutrophisation.

Les eaux usées provenant des effluents de l'usine de pâtes et papiers sont hautement toxiques pour la faune aquatique. Des bioessais ont révélés que les eaux usées déversées dans la lagune de sédimentation étaient très toxiques vis à vis du microtox et des daphnies et toxiques pour les truites arc-en-ciel. A la sortie de cette lagune, ces eaux demeurent toxiques pour la truite arc-en-ciel, très toxiques vis-à-vis du microtox et non toxiques pour les daphnies.

Restauration proposée

Afin de récupérer la capacité de support du barachois du Grand Pabos et de redonner à celui-ci ses caractéristiques naturelles, un plan de restauration comprenant quatre phases pourrait être entrepris.

Phase 1 : Récupération des caractéristiques hydrodynamiques naturelles et arrêt de la pollution due aux effluents de l'usine de pâtes et papiers.

I. Déplacer l'émissaire de l'usine de pâtes et papiers et s'assurer que les eaux usées des effluents soient convenablement traitées et rejetées à l'extérieur du barachois.

II. Ouvrir la digue modifiant l'écoulement de la rivière du Grand Pabos. Cette action, en permettant un écoulement naturel le long de la zone actuellement remblayée, devrait permettre d'évacuer vers l'extérieur du barachois une partie des contaminants accumulés près de l'émissaire actuel.

Phase 2: Dragage des sédiments contaminés dans le bassin de décantation de l'usine jusqu'au niveau du substrat d'origine.

Phase 3: Récupération des zones remblayées (creusage et déblayage).

Phase 4: Création d'un marais intertidal d'une surface d'environ 0.3 km^2 et ouverture de la digue servant au confinement de toute cette zone.

Plusieurs études et projets-pilotes ont démontré la faisabilité d'implantation de marais côtiers dans une variété de conditions. Plus de 80 implantations de marais ont été réalisées dans une douzaine d'états américains de la côte Atlantique et plusieurs se sont avérées très fructueuses (Woodhouse et Knutson 1982). On estime que les coûts totaux d'implantation d'un marais peuvent varier entre 22 500 $ et 45 000 $ (canadiens, 1989) par hectare selon le type de substrat, les

Tableau 3: Barachois du Grand Pabos: fiche synoptique.

Type d'habitat:	Barachois estuarien - Marais intertidaux - Herbiers à zostère
Modifications anthropiques:	- Remplissage (1,06 km^2) - Flottage du bois (1,3 km^2) - Modification de l'écoulement (0,42 km^2): digue - Effluent industriel (pâtes et papiers)
Impacts des modifications:	- Perte nette d'habitat (1,06 km^2): . marais intertidal (0,3 km^2) . herbier à zostère (0,6 km^2) - Modification du régime hydrique (0,42 km^2) . hydrodynamisme . processus de sédimentation - Contamination des eaux et des sédiments - Contamination des organismes - Baisse de diversité, d'abondance, de productivité - Perte de capacité de support
Restauration proposée:	- Phase 1: changer l'emplacement de l'émissaire et ouvrir la digue - Phase 2: dragage des sédiments contaminés - Phase 3: récupération des zones remblayées - Phase 4: création d'un marais intertidal (0,3 km^2)
Impacts de la restauration:	- Aspects écologiques: . Décontamination des eaux, sédiments et organismes . Augmentation de diversité, abondance, productivité . Augmentation de la capacité de support (1575×10^6 kcal/an) . Récupération d'aires d'alevinage et d'alimentation . Augmentation de la capacité naturelle d'épuration (marais) - Aspects économiques: . Valeur annuelle associée à la capacité de support et d'épuration: 800 000 $ - Aspects sociaux: . Augmentation de la qualité de la vie, du potentiel récréo-touristique et éducatif

méthodes de plantation employées et le degré de protection et de fertilisation nécessaire (calculé d'après Woodhouse et Knutson 1982). L'implantation d'un marais de 0,3 km^2 (phase 4 de la restauration) pourrait représenter des travaux évalués entre 675 000 $ et 1 350 000 $.

Impacts de la restauration

Aspects écologiques La phase 1 de la restauration du barachois permettrait la décontamination des eaux et des sédiments du barachois. La récupération de la qualité première des eaux et des sédiments aurait un impact positif très important sur l'ensemble des composantes biologiques du milieu.

Les phases 2, 3 et 4 de la restauration permettraient de récupérer 1,06 km^2 d'un habitat considéré comme hautement productif. La récupération de la partie est du barachois permettrait la réimplantation naturelle, dans la zone infralittorale, d'un herbier à zostère d'une superficie estimée à 0,6 km^2. La récupération de cet herbier permettrait le recouvrement des productions primaire et ichtyenne perdues (600 x 10^6 kcal/an et 1,24 x 10^6 kcal/an, respectivement). La diversité et la biomasse phytoplanctonique, zooplanctonique, benthique, algale et ichtyenne devraient, après un certain temps de récupération et d'ajustement, retrouver leurs caractéristiques naturelles.

La création d'un marais intertidal (phase 4), d'une superficie estimée à 0,3 km^2, devrait permettre de récupérer les productions primaire et ichtyenne perdues (975 x 10^6 kcal/an et 0,39 x 10^6 kcal/an, respectivement). Ce nouveau marais pourrait entraîner la réutilisation du site par plusieurs espèces: anguille, poulamon, épinoches, plie lisse, plie rouge, crevette de sable, crabe tourteau, moule bleue et autres invertébrés. De nouvelles aires d'alevinage et d'alimentation, et possiblement de nouvelles aires de reproduction, seront disponibles pour des espèces commercialement importantes.

Aspects économiques Le plan de restauration proposé pourrait générer des retombées économiques annuelles dépassant les 800 000 $.

D'abord, en prenant un estimé de 6 600 kcal par dollar (calculé d'après Gauthier et al 1980), les valeurs annuelles de la capacité de support récupérées pour le marais et l'herbier à zostère seraient respectivement de 148 000 $ et 91 000 $, pour un total de 239 000 $.

En second lieu, la valeur annuelle associée à l'activité d'épuration d'un marais intertidal de 0,3 km^2 est de l'ordre de 562 000 $. Il en coûterait cette somme à la collectivité pour effectuer un traitement tertiaire comparable.

La valeur totale (801 500 $) ne tient pas compte des retombées économiques engendrées par les activités sportives et récréatives qui pourraient avoir lieu suite à la restauration (canotage, chasse, pêche, planche à voile, etc.). Elle ne considère pas non plus la valeur associée à la baisse de la contamination du milieu et à l'augmentation de la qualité de vie et de la valeur esthétique et éducative du site restauré.

Les coûts reliés aux phases 1, 2 et 3 du plan de restauration n'ont pas été estimés. L'implantation d'un marais intertidal de 0,3 km^2 pourrait représenter des travaux évalués entre 675 000 $ et 1 350 000 $.

Aspects sociaux La restauration du marais serait une première au Québec. Un centre d'interprétation écologique, présentant les composantes du barachois, son évolution et sa

restauration, aurait une grande valeur éducative et contribuerait grandement à la sensibilisation environnementale de la population.

Ce barachois présente par ailleurs un haut potentiel archéologique, tel que révélé par des fouilles réalisées entre 1980 et 1986 par le ministère québécois des affaires culturelles (Brotherton et al 1985). Un projet de centre d'interprétation du patrimoine est actuellement sous étude. Ce centre d'interprétation du patrimoine contribuera beaucoup au développement du potentiel récréo-touristique de la région et aura une grande valeur de sensibilisation culturelle et historique.

La restauration du barachois, dans ce contexte, prend toute son importance et permettrait d'intégrer les préoccupations environnementales et halieutiques dans une vision beaucoup plus globale.

MARAIS INTERTIDAUX DE LA RÉGION DE KAMOURASKA

Composantes physiques

Les marais intertidaux de la région de Kamouraska s'étendent sur une distance d'environ 26 km entre la Pointe Saint-Denis et la Rivière des Caps. Ces marais occupaient à l'origine une superficie de 9,33 km^2. Historiquement, 4,63 km^2 de cette surface ont été récupérés pour l'agriculture, dont 0,78 km^2 sont actuellement en voie de récupération. En 1986 les marais intacts, non perturbés par l'endiguement, correspondaient à une superficie de 3,91 km^2.

La figure 3 tirée de Champagne et al (1983) illustre l'étagement des groupements végétaux et l'importance relative des processus hydrodynamiques et sédimentologiques sur une section type d'un marais intertidal. La partie perturbée des marais intertidaux de Kamouraska correspond au haut marais, qui en conditions naturelles, est submergée environ 5 % du temps. Cette zone est peu affectée par l'action des glaces, des vagues et des marées.

Composantes biologiques

Les types de groupements végétaux retrouvés dans les marais sont fonction des temps d'immersion par la marée. L'estran de la région de Kamouraska peut ainsi être divisé en quatre zones: à partir de la limite des basses eaux, une première zone de vase dénudée, parsemée de blocs glaciels colonisés par Fucus sp., est suivie par trois zones constituant le véritable marais intertidal soit: l'étage de la spartine alterniflore (Spartina alterniflora), puis celui de la spartine étalée (Spartina patens) et une herbaçaie salée (Gauthier et al 1980). Ces deux dernières zones constituent le haut marais et sont situées au-dessus du niveau moyen des pleines mers.

La production primaire des marais intertidaux de la région de Kamouraska peut être estimée à 3250 $kcal/m^2/an$ (Nixon et Oviatt 1973; Odum 1975; Smith 1980; Logimer 1985). La production primaire totale de la zone intacte des marais de la région (3,91 km^2) atteindrait donc environ 12 708 x 10^6 kcal/an.

Bien que la production primaire du marais supérieur puisse être comparable à celle du marais inférieur, le mécanisme d'exportation basé sur l'immersion fréquente par la marée est absent. La plus grande partie de la biomasse du marais supérieur se retrouve dans la formation d'une couche tourbeuse plutôt que dans la chaîne alimentaire estuarienne (Woodhouse et Knutson 1982). Les niveaux d'échange entre le haut et le bas marais seraient donc faibles (Sérodes et al

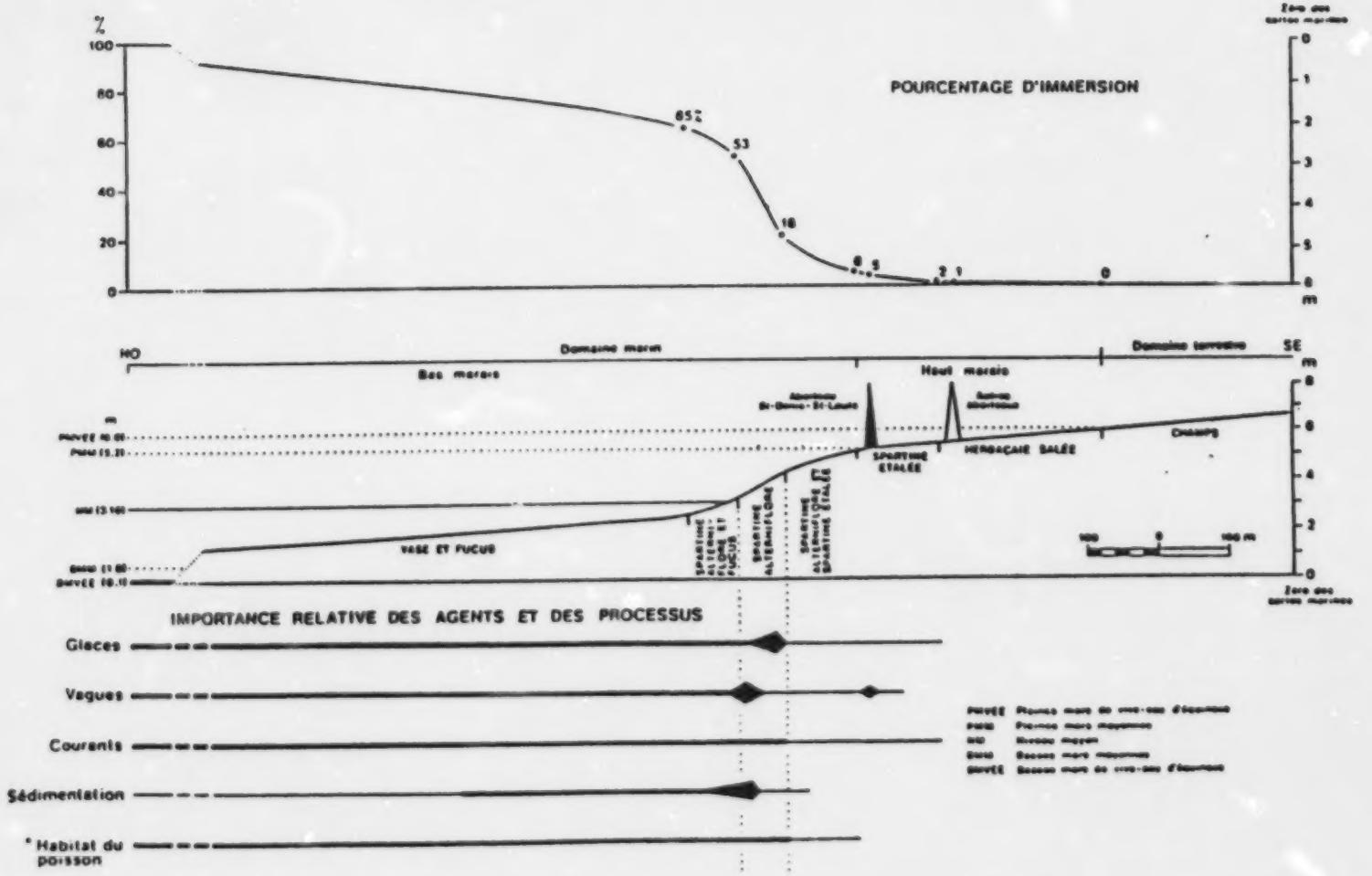

Figure 3. Profil type d'un marais intertidal de la région de Kamouraska (tiré de Champagne et al, 1983)

1983, Champagne et al 1983). Pour cette raison, le marais supérieur semble être une source beaucoup moins directe et importante en matière organique et en nutriments, pour l'écosystème estuarien adjacent, que ne l'est le marais inférieur (Blum 1969, Heinle et Flemer 1976, Byron 1968 in Montague et al 1987).

Le haut taux de productivité primaire des marais intertidaux rend ces habitats très importants pour la faune avienne et aquatique. Le haut marais est utilisé par les oiseaux aquatiques en période de migration et de nidification. Soixante-dix-sept (77) espèces fréquentent le marais en période de migration. La grande oie blanche accapare 73 % du temps d'utilisation du marais par les différentes espèces. De plus, ces marais apparaissent comme d'excellents lieux de reproduction et d'alimentation pour la sauvagine, notamment le canard noir (Reed et Moisan 1971). Le bas marais contribue de façon importante à la production de mollusques, de crustacés et de poissons (Lindall 1973, Cain et Dean 1976). Au moins dix-huit espèces de poissons fréquentent le marais inférieur de la région de Kamouraska et sa périphérie (Dutil et al 1982). Plusieurs de ces espèces constituent des ressources halieutiques importantes: anguille, capelan, poulamon, esturgeon noir. Sur la base des travaux de Dutil et al (1982), on évalue la biomasse ichtyenne totale des marais à spartine de la région de Kamouraska à 14×10^9 kcal.

Modifications anthropiques

Les principales modifications anthropiques apportées aux marécages intertidaux de Kamouraska ont trait à la récupération de terres par endiguement, à des fins agricoles. Cette récupération s'est effectuée selon des techniques éprouvées depuis longtemps: canaux d'irrigation qui drainent rapidement les terres, digues qui protègent les terres de l'immersion à marée haute et aboiteaux, systèmes simples de clapet se fermant à marée montante et s'ouvrant à marée basse (Gourde 1980).

Les travaux d'endiguement et de canalisation ont été réalisés entre 1930 et 1986. En 1986, le niveau d'altération des marais intertidaux de la région de Kamouraska se résumait à 4,63 km^2 de terre cultivée et 0,78 km^2 de terre asséchée ou en voie de récupération. L'ensemble de la superficie affectée totalisait 5,41 km^2 (tableau 4), soit 58 % de la surface totale du marais de la région de Kamouraska. Les secteurs les plus perturbés sont, par ordre décroissant : la baie de Kamouraska (72 % du marais), le secteur Saint-Germain (57 % du marais), le secteur Andréville (46 % du marais) et l'anse Saint-Denis (38 % du marais). Les figures 4 à 7 illustrent le bilan des modifications pour chacun des secteurs de la région de Kamouraska.

Impacts des modifications anthropiques

Aspects physiques La mise en place de digues et d'aboiteaux près du niveau moyen des pleines mers a causé l'isolement du haut marais. La zone située au-dessus de ces structures n'est plus immergée lors des pleines mers de vives-eaux et est coupée du milieu marin (Boucher et Lagacé 1979). L'action des vagues, des glaces et des marées a été éliminée, modifiant ainsi les régimes hydrodynamiques et sédimentaires.

Le résultat est que cette zone n'est généralement alimentée en eau que par les eaux de pluie et les eaux de ruissellement. Les structures de drainage ont provoqué un assèchement partiel des sols et la disparition de nombreuses marelles.

Par ailleurs le transfert de matériel du bas marais au haut marais est devenu impossible.

Tableau 4: Marais intertidaux de la région de Kamouraska: fiche synoptique

Type d'habitat: Marais supérieur:
- herbaçaie salée (immersion 5 %)
- étage de la spartine étalée.

Marais inférieur:
- étage de la spartine alterniflore

Modifications anthropiques:
- endiguement à des fins agricoles de 5,41 km^2 de marais supérieur

Impacts des modifications:
Marais supérieur:
- Perte nette de 5,41 km^2
- Transformation d'un milieu humide en milieu terrestre
- Perte de capacité de support pour la faune avienne

Marais inférieur:
- Perte nette faible (canalisations de drainage)
- Perte de capacité de support négligeable pour les ressources halieutiques
- Peu d'impact dû à la modification des échanges entre le marais supérieur et inférieur

Restauration proposée:
Aucune

Inversement les échanges du haut au bas marais existent encore mais ne correspondent plus aux échanges naturels, le haut marais étant devenu un champ de culture. Toutefois les impacts de ces changements sont jugés faibles puisque les échanges entre le haut et le bas marais sont faibles en conditions naturelles.

Finalement l'action conjuguée de la modification du drainage et du passage de machinerie lourde aurait tendance à augmenter de façon significative la turbidité des eaux du marais (Boucher et Lagacé 1979).

Aspects biologiques L'isolement du haut marais a causé la transformation d'un milieu humide en un milieu à caractère xérique. Au total, environ 5,41 km^2 de marais intertidal ont disparu. On note une réduction de la diversité spécifique, due notamment à la disparition des groupements halophiles (herbaçaie salée, portion de la zone de la spartine étalée).

On estime que le marais perdu est un habitat très important pour la faune avienne. L'oie blanche utilise les marais de Kamouraska à la fois comme site de repos et d'alimentation. La diète de cette espèce se compose à

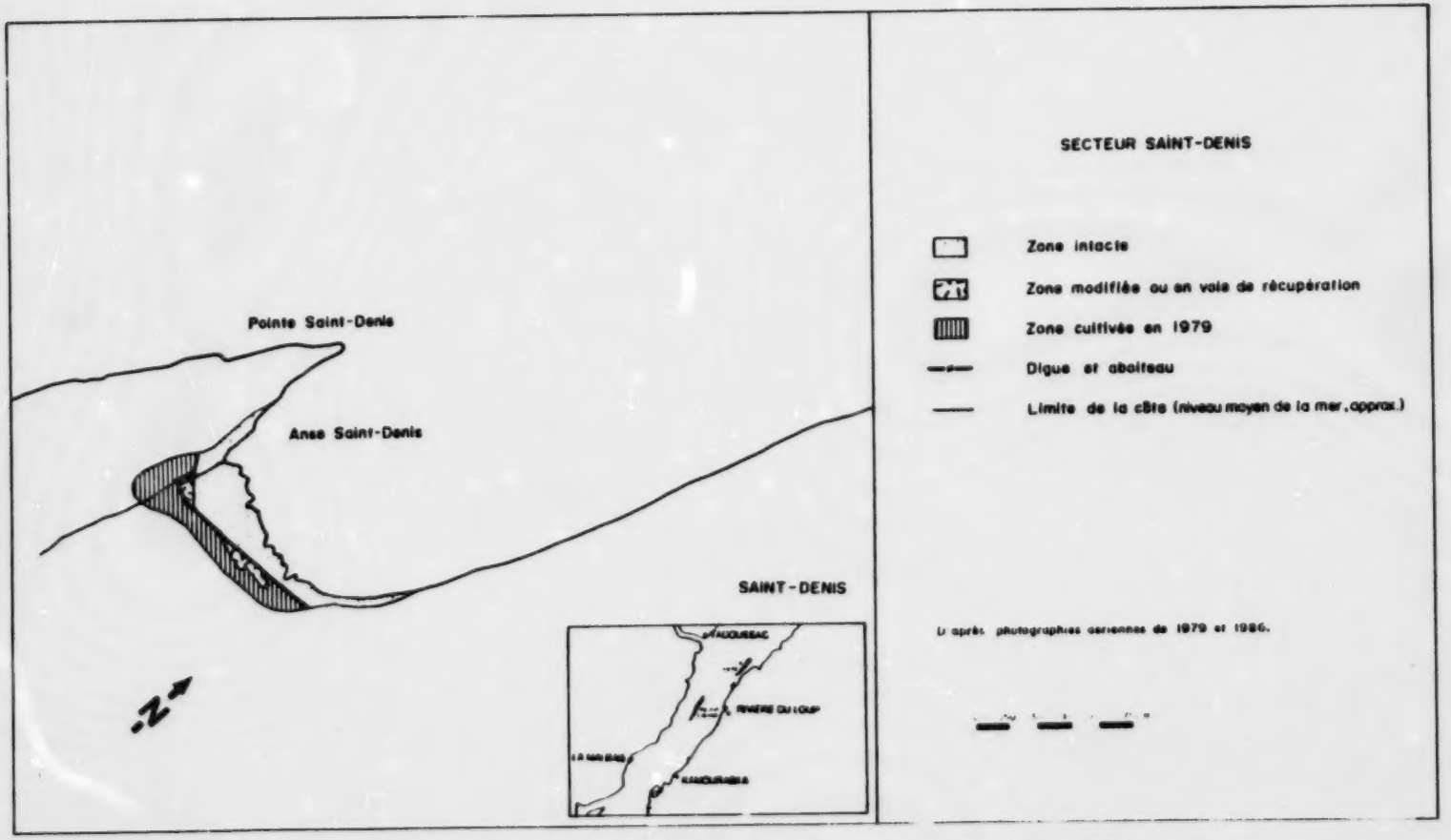

Figure 4 MODIFICATIONS ANTHROPIQUES DES MARAIS INTERTIDAUX DE LA RÉGION DE KAMOURASKA : SECTEUR SAINT-DENIS

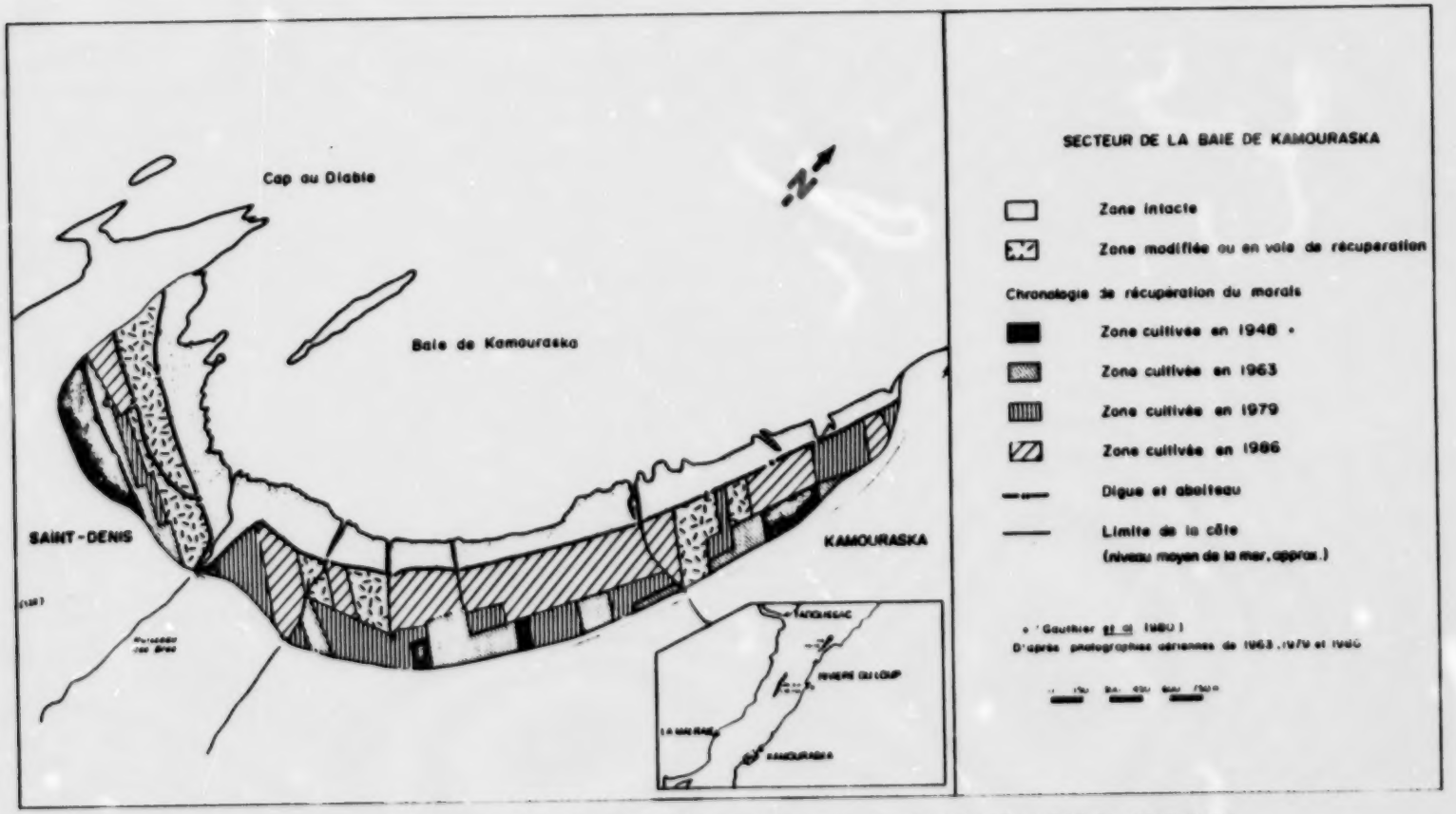

Figure 6 MODIFICATIONS ANTHROPIQUES DES MARAIS INTERTIDAUX DE LA RÉGION DE KAMOURASKA : SECTEUR DE LA BAIE DE KAMOURASKA

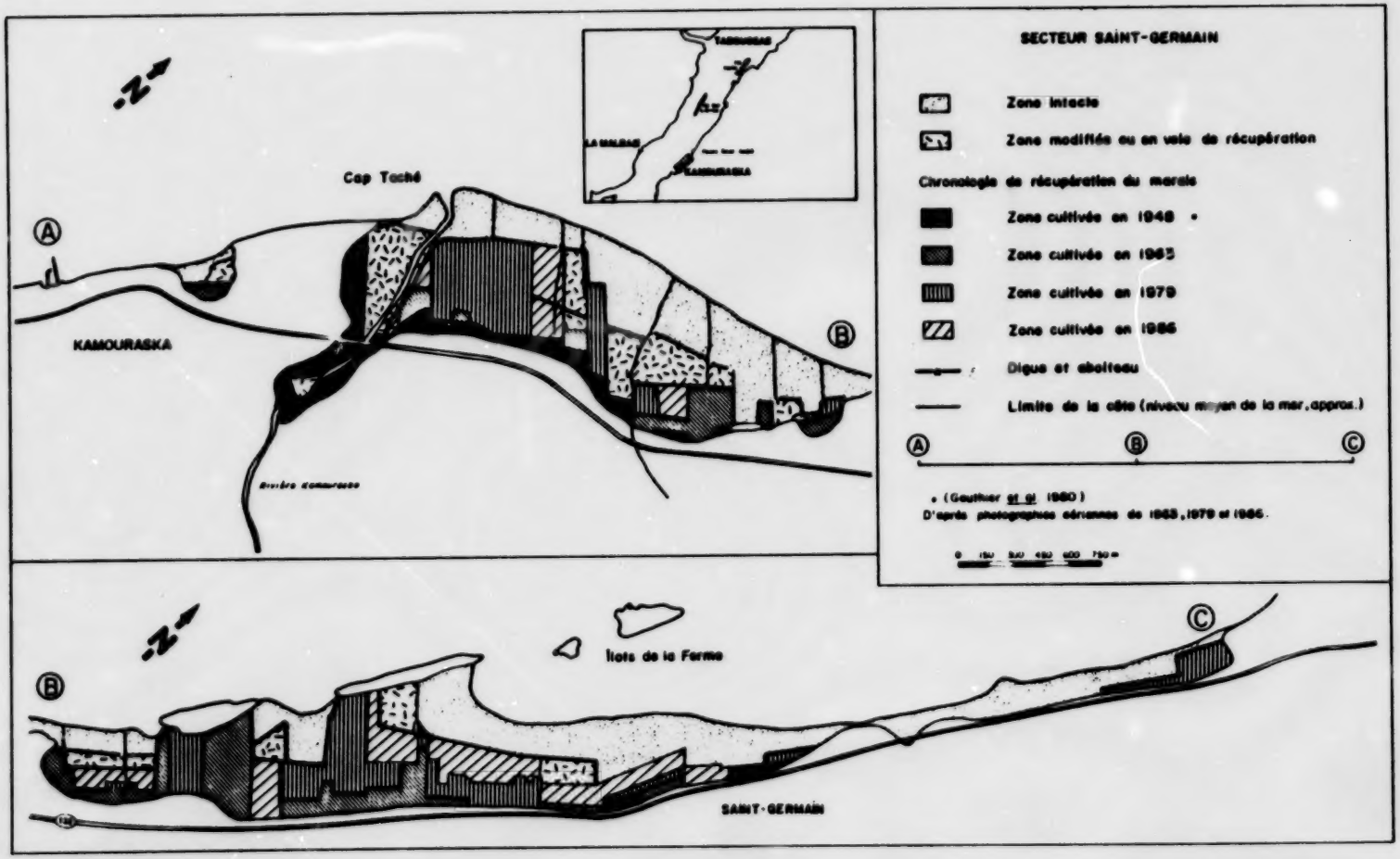

Figure 6. MODIFICATIONS ANTHROPIQUES DES MARAIS INTERTIDAUX DE LA RÉGION DE KAMOURASKA : SECTEUR SAINT-GERMAIN

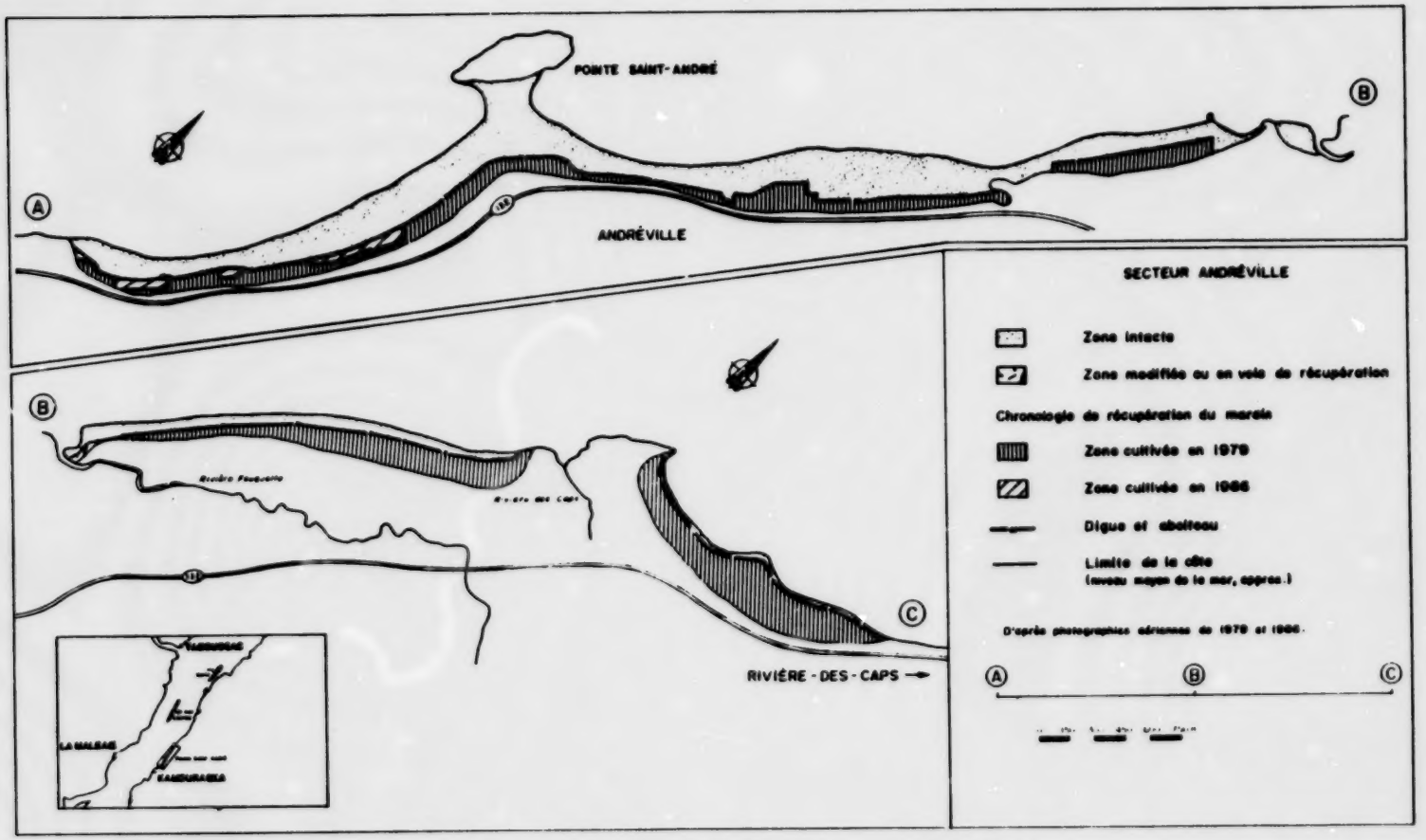

Figure 7. MODIFICATIONS ANTHROPIQUES DES MARAIS INTERTIDAUX DE LA RÉGION DE KAMOURASKA : SECTEUR ANDRÉVILLE

66 % de tubercules de scirpe maritime (qui se retrouve exclusivement dans la zone d'herbaçaie salée) et de 19 % de racines de spartines. La disparition de l'herbaçaie salée, d'une partie de la zone de spartine étalée ainsi que des marelles qui leur sont associées, a probablement modifié le comportement alimentaire de l'oie blanche dans ce secteur (Lehoux et Gauthier 1981).

La nidification du canard noir se fait en partie à l'intérieur même du marais, dans la zone d'herbaçaie salée. Une partie importante de la zone d'herbaçaie salée ayant été endiguée, on peut supposer une diminution importante de la nidification de cette espèce dans le secteur (Reed et Moisan 1971).

Au niveau des communautés estuariennes, l'endiguement des hauts marais a probablement eu peu d'effet. Cette partie des marais n'est pas accessible aux poissons et invertébrés estuariens. De plus il n'y a pas d'échanges importants de matière organique et de nutriments vers le bas marais. On suppose donc que les interventions effectuées à Kamouraska n'ont pas entraîné de baisse de capacité de support pour les communautés estuariennes.

Restauration proposée

Puisque l'impact sur l'habitat du poisson est jugé faible, aucun plan de restauration n'est proposé pour les marais de Kamouraska. Toutefois, les recommandations suivantes pourraient aider à constituer un cadre de protection et de réglementation, concernant l'habitat du poisson, pour les projets de développement futurs:

1- éviter toute récupération de terrain qui pourrait toucher le marais inférieur (étage de la spartine alterniflore);

2- minimiser le nombre de canalisations de drainage dans l'étage de la spartine étalée et dans l'étage de la spartine alterniflore;

3- s'assurer que ces canalisations se rendent jusqu'à la zone de l'estran vaseux afin de minimiser l'impact d'une turbidité accrue dans les eaux du marais;

4- limiter les endiguements futurs à la zone de l'herbaçaie salée.

MARAIS INTERTIDAL DE GROS CACOUNA

Composantes physiques

Le site du Gros Cacouna est situé sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent à environ 12 km de Rivière-du-Loup. Le relief de la région est relativement plat et uniforme et est recoupé par des collines rocheuses peu élevées. L'île du Gros Cacouna culmine à 89 mètres d'altitude.

La largeur de la zone intertidale reliant l'île à la terre varie de 500 m à l'extrémité nord-est à près de 1 km à l'emplacement du port. La zone intertidale est composée d'une frange marécageuse, dans la partie supérieure, de l'estran, colonisée par la végétation, (marais intertidal) et d'une zone composée de sable et vase dans la partie moyenne et inférieure de l'estran (vasière intertidale).

Composantes biologiques

La zone intertidale constitue l'unité écologique la plus importante du secteur. On y retrouve les mêmes groupements végétaux que ceux retrouvés dans les marais de la région de Kamouraska. Le marais s'étend entre l'île de Gros Cacouna et la plaine côtière.

On évalue la production primaire totale du marais non perturbé (1,12 km^2) à environ

3640 x 10^9 kcal/an (d'après Nixon et Oviatt 1973, Odum 1975, Smith 1980 et Logimer 1985). Calculée sur la base des données rapportées par Dutil et al (1982) et Champagne et al (1983), la biomasse ichtyenne du marais intertidal de Gros Cacouna serait de l'ordre de 1,73 x 10^9 kcal.

Les invertébrés aquatiques sont représentés par les espèces commerciales suivantes: mye, buccin, moule, polychète, crevette et crabe (Marsan 1979). Par ailleurs le marais non-perturbé supporte une très haute densité d'oiseaux aquatiques. L'oie blanche et l'eider à duvet fréquentent régulièrement la région en plus de la présence occasionnelle de bernaches, de canards noirs et de sarcelles. Le goéland argenté et le goéland à manteau noir nichent à ce site.

Modifications anthropiques

Les modifications du littoral de la région de Cacouna sont reliées à la mise en place des installations portuaires de Gros Cacouna. La figure 8 synthétise les modifications anthropiques affectant ce site.

La majeure partie des travaux s'est déroulée entre 1965 et 1979. D'abord, 760 000 m^3 de matériel a été dragué pour la mise en place des fondations des brise-lames (Anonyme 1981). On a ensuite construit les brise-lames, une route d'accès et un bassin semi-fermé (bassin est) devant recevoir les matériaux de dragage. Un second bassin (bassin ouest) a ensuite été construit dans le même but. On a ensuite procédé à l'élargissement de la digue sud du bassin ouest et à la construction d'une route permettant un accès direct au village de Cacouna. Cette route a eu pour effet de fermer complètement le bassin est.

Au total 4 474 000 m^3 de sédiments furent dragués puis rejetés soit en eaux profondes (Anonyme 1981) soit dans les bassins aménagés.

Impacts des modifications anthropiques

Aspects physiques Les impacts directs liés à la présence des structures consistent essentiellement en la perte nette d'une superficie de 1,63 km^2 de la frange littorale. Cette surface comprend 1,08 km^2 de marais intertidal, 0,50 km^2 de vasière intertidale et une bande de 0,05 km^2 de zone infralittorale (tableau 5). Une portion importante de cette surface est coupée des échanges avec le milieu marin et est en voie d'eutrophisation et de désalinisation. De plus les déversements de matériel de dragage ont entraîné une accumulation de boues à l'intérieur des bassins fermés.

De façon indirecte, les structures du port ont entraîné des changements dans les régimes hydrodynamiques et sédimentaires. Les obstacles que constituent les digues et les brise-lames modifient l'action des courants de marée et des vagues à l'intérieur du port et dans toutes les zones limitrophes situées à l'ouest et au nord des installations. La superficie affectée serait de l'ordre de 1,50 km^2.

Les impacts associés aux activités de construction incluent le dragage à l'intérieur du port et dans les zones d'approche, qui a modifié la nature et la morphologie du substrat (surface de 0,63 km^2). Aussi, l'immersion de grandes quantités de matériel de dragage à l'intérieur du bassin est a causé, avant l'isolement de celui-ci en 1979, une accumulation de sédiments au sud des infrastructures portuaires. On estime la surface ainsi affectée à 0,53 km^2.

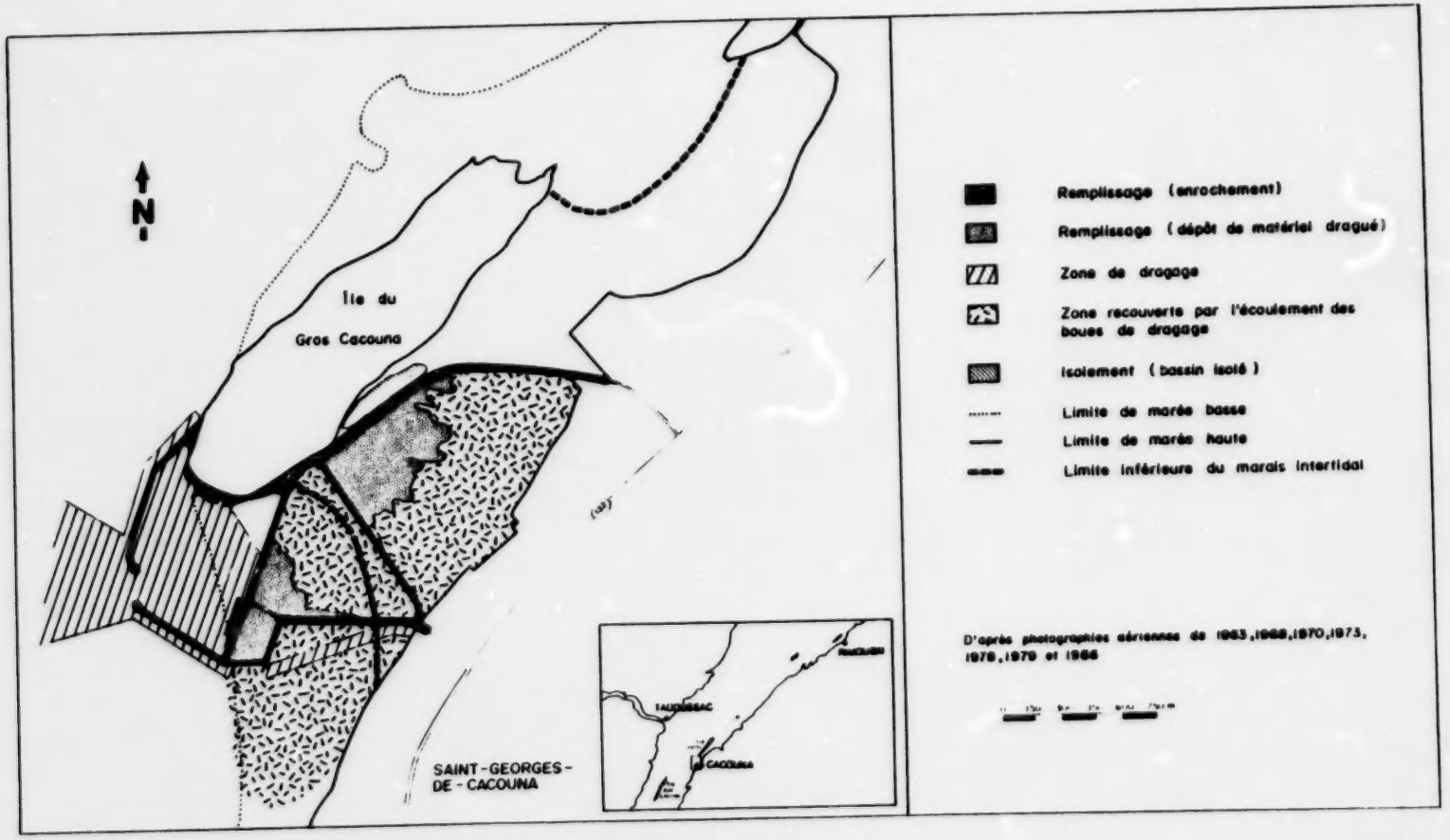

Figure 8. MODIFICATIONS ANTHROPIQUES DU SITE DE GROS CACOUNA

Tableau 5: Gros Cacouna: fiche synoptique.

Type d'habitat: Zone intertidale:	-	marais côtier
	-	vasière intertidale
	-	zone infralittorale
Modifications anthropiques:	-	dragage (4 474 000 m^3)
	-	brise-lames et digues
	-	isolement de deux bassins
	-	dépôt de matériel de dragage
Impacts des modifications:	-	perte nette d'habitat:
		. marais intertidal (1,08 km^2)
		. vasière intertidale (0,50 km^2)
		. zone infralittorale (0,05 km^2)
	-	modification de la nature et de la morphologie du fond due au dragage et à l'immersion des déblais (1,13 km^2)
	-	perte de capacité de support
	-	perte d'accès à des aires d'alimentation et d'alevinage
Restauration proposée:	-	ouvrir la digue sud (300 m)
	-	ouvrir la digue médiane (450 m)
	-	ouvrir la digue nord - chemin d'accès (150 m)
	-	enlever les déblais de dragage déposés dans le bassin est.
Impacts de la restauration:	-	Aspects écologiques;
		. Augmentation de la capacité de support (3 510 x 10^6 kcal/an)
		. Récupération d'aires d'alevinage et d'alimentation potentielles
		. Augmentation de la capacité naturelle d'épuration
	-	Aspects économiques:
		. Valeur annuelle associée à la capacité de support et d'épuration : 2 025 000 $
	-	Aspects sociaux:
		. Augmentation de la qualité de la vie
		. Augmentation du niveau de satisfaction des chasseurs (sauvagine) et pêcheurs (pêcheries fixes)
		. Augmentation du potentiel récréo-touristique

Aspects biologiques Le principal impact découlant de la construction du port est la perte de 1,08 km^2 de marais intertidal. Les changements physico-chimiques causés par le confinement de cette zone ont amené un changement drastique dans la composition des espèces présentes. Les perturbations ont également détruit l'habitat de certaines espèces de poissons, invertébrés et oiseaux aquatiques.

On estime la production primaire annuelle perdue à environ 3510 x 10^6 kcal. La production ichtyenne annuelle perdue est évaluée à 1,67 x 10^6 kcal.

Restauration proposée

Afin de redonner au marais intertidal de Gros Cacouna ses caractéristiques naturelles et afin de récupérer la capacité de support de cet habitat, le plan de restauration suivant est proposé:

1. Ouvrir la digue sud, dans sa partie est, sur une largeur d'environ 300 m afin de permettre un niveau d'échange suffisant lors des pleines mers.

2. Ouvrir la digue médiane sur toute sa moitié sud (environ 450 m).

3. Ouvrir la digue nord, dans sa partie centrale, sur une largeur d'environ 150 m afin de permettre la libre circulation de l'eau, lors des pleines mers, entre l'île du Gros Cacouna et la plaine côtière.

4. Enlever les déblais de dragage déposé dans le bassin est jusqu'au niveau du substrat original.

5. Réimplantation éventuelle d'un marais.

Impacts de la restauration

Aspects écologiques La réouverture des digues permettrait à toute la zone confinée d'être recouverte lors des pleines mers et de subir à nouveau l'influence du milieu marin. La libre circulation des eaux entre l'île et la plaine côtière arrêterait le processus d'eutrophisation et de désalination actuellement en cours.

L'inondation et l'exondation régulières de la zone lessiveraient progressivement les boues accumulées permettant au faciès végétal de la zone intertidale d'évoluer et de retrouver ses caractéristiques naturelles. Après une certaine période de récupération et d'ajustement, un marais intertidal recouvrirait à nouveau ce secteur. Dans le cas où ces processus naturels ne seraient pas suffisants, il faudrait penser à l'aménagement d'un marais.

La récupération du marais permettrait de recouvrer la production perdue et entraînerait la réutilisation du site par plusieurs espèces aquatiques et aviennes.

Aspects économiques La valeur monétaire associée à la restauration du site de Gros Cacouna entraînerait des bénifices économiques annuels de l'ordre de 2 555 000 $. En utilisant l'estimé de 6600 kcal/dollar, la récupération de la production perdue aurait une valeur annuelle de 530 000 $. La valeur résiduelle de 2 025 000 $ est associée à l'activité d'épuration du marais restauré. Cette valeur ne tient toutefois pas compte des bénéfices additionnels engendrés par l'accroissement des activités de chasse sportive et de pêche commerciale. Avant le confinement, plusieurs pêcheries fixes destinées à la capture d'anguilles et d'esturgeons noirs étaient installées à ce site (Anonyme 1981).

Aspects sociaux L'île du Gros Cacouna est identifiée depuis plusieurs années comme zone de développement portuaire. Toutefois, les structures actuelles sont sous-utilisées parce que le projet de terminal méthanier promis n'a jamais eu de suite. La population locale vit donc dans un contexte de frustration à cause des promesses économiques non remplies. Un projet de restauration d'un habitat écologiquement important serait bien vu et favoriserait la création d'emplois à court terme. Par ailleurs le développement du potentiel portuaire déjà en place ne serait pas remis en question.

La restauration proposée, en plus d'avoir un impact très positif sur la valeur esthétique du paysage, augmenterait la qualité de vie et le niveau de satisfaction des chasseurs et pêcheurs du secteur, et contribuerait au développement du potentiel récréo-touristique de la région. De plus, ce projet aurait une valeur éducative certaine au niveau de la sensibilisation environnementale de la population en faisant prendre conscience à celle-ci de l'importance écologique de certains habitats et des possibilités et procédés de restauration d'habitats perturbés par l'homme.

BAIE DES HA! HA!

Composantes physiques

La baie des Ha! Ha!, d'une longueur d'environ 11 km, est localisée à environ 100 km en amont de l'embouchure du Saguenay. Par sa géomorphologie et les conditions océanographiques qui y prévalent, elle fait partie intégrante du bas-estuaire du Saguenay qui possède les caractéristiques principales d'un fjord typique. Les zones littorales sont très escarpées, en particulier sur la rive nord et la profondeur maximale est de 220 m.

Comme dans l'ensemble du fjord, on note la présence d'une thermo-halocline de grande intensité séparant les eaux en deux couches très distinctes. La nappe d'eau superficielle est mince (5 à 20 m), très peu salée et relativement chaude. La nappe profonde, de type marin, est froide (1,5° C), salée (jusqu'à 30 °/$_{oo}$) et riche en oxygène dissous (Drainville 1968). L'amplitude moyenne des marées est élevée (4,3 m).

Les courants de surface présentent un patron de circulation anti-cyclonique et sont relativement faibles (de 0 à 0,5 m/s) (Simard 1974).

Deux tributaires contribuent à l'apport d'eau douce et de sédiments à l'amont de la baie: les rivières à Mars et des Ha! Ha!. La première a un débit suffisant pour transporter du sable grossier, en particulier lors de la crue du printemps. Le sable fin et le silt se déposent en eau profonde sous les quais. Le débit de la rivière des Ha! Ha! est plus faible et sa contribution à la sédimentation de matériel autour des installations portuaires est presque nulle.

Composantes biologiques

A cause de la permanence d'eau à caractère arctique dans la nappe profonde du fjord, incluant la baie des Ha! Ha!, on considère cette zone comme une enclave biogéographique arctique dans une région boréale. On y retrouve des espèces arctiques rares ou absentes dans le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent. Par contre, les zones littorales subissent moins l'influence de la nappe profonde et comprennent surtout des espèces fréquemment rencontrées en milieu boréal.

La production primaire dans l'ensemble de la baie est relativement faible et est caractérisée par une absence de fortes

poussées phytoplanctoniques printannières et un début tardif de la période productrice (Coté et Lacroix 1982). Les littoraux supportent peu de végétation, dû notamment à l'escarpement des berges.

Les densités de zooplancton (échantillonné par Beak 1980 et Simard 1974) sont faibles relativement à certaines zones de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. La diversité spécifique et l'abondance des organismes benthiques sont extrêmement faibles à proximité des installations portuaires et des sites de dépôt de matériel de dragage, au fond de la baie. Ces paramètres augmentent graduellement lorsque l'on progresse vers l'embouchure de la baie (Beak 1980).

Lors d'un inventaire ichtyologique du fjord du Saguenay effectué entre 1958 et 1968, cinquante (50) espèces de poissons ont été capturées (Drainville 1971). Il s'agissait à la fois d'espèces d'eau douce, anadromes, catadromes et marines.

Les espèces anadromes qui pénètrent dans la Baie des Ha! Ha!, sont le saumon atlantique, l'omble de fontaine (truite de mer), l'éperlan et le poulamon, qui sont toutes des espèces recherchées par les pêcheurs sportifs. Au début du siècle, le saumon remontait frayer en abondance dans la rivière à Mars, un tributaire de la Baie des Ha! Ha! (Rouillard 1914 in Beak 1981). Avec la construction de barrages, de moulins à scie et le flottage du bois, les habitats de fraie ont disparu et il est maintenant très rare de capturer du saumon dans la Baie des Ha! Ha! et ses tributaires (Beak 1980). Il en va de même de l'omble de fontaine anadrome.

L'éperlan est encore capturé en abondance par les pêcheurs sportifs de Ville la Baie qui le pêchent sous les glaces en hiver. Dans les secteurs de Grande Baie, Anse à Philippe et Anse à Benjamin, on pratique également la pêche sous les glaces, activité actuellement en expansion et qui permet la capture d'espèces marines (morue, flétan du Groënland, sébaste et plie canadienne). Le poulamon et l'anguille sont pêchés en été au bout des quais.

Modifications anthropiques

Les modifications anthropiques affectant la Baie des Ha! Ha! se divisent en quatre types:

- les empiètements;
- le dragage et le largage des sédiments;
- le rejet de contaminants par les effluents industriels et municipaux;
- le flottage du bois.

Dans le secteur ouest de la baie (figure 9), les empiètements de la zone littorale consistent aux installations portuaires, industrielles et de plaisance. De plus, lorsque l'on progresse du nord au sud de la baie, on retrouve les ouvrages suivants: une jetée, une route, un port de plaisance, les installations industrialo-portuaires de l'Alcan et de la Consolidated Bathurst, le quai fédéral et enfin quelques petits remplissages au sud de la Baie des Ha! Ha!. Ces différents empiètements recouvrent environ 0,24 km^2 et sont constitués d'enrochement et de matériel de nature inconnue.

Deux sites ont été dragués: les abords des deux quais de l'Alcan et l'estacade de la Consolidated Bathurst. Au premier site on dragues annuellement, depuis 1927, environ 11 000 m^3 de sédiments provenant de la rivière à Mars. Ces matériaux sont largués en eau profonde (80 m) à environ 1,5 km des quais. Le dragage a été pratiqué par la

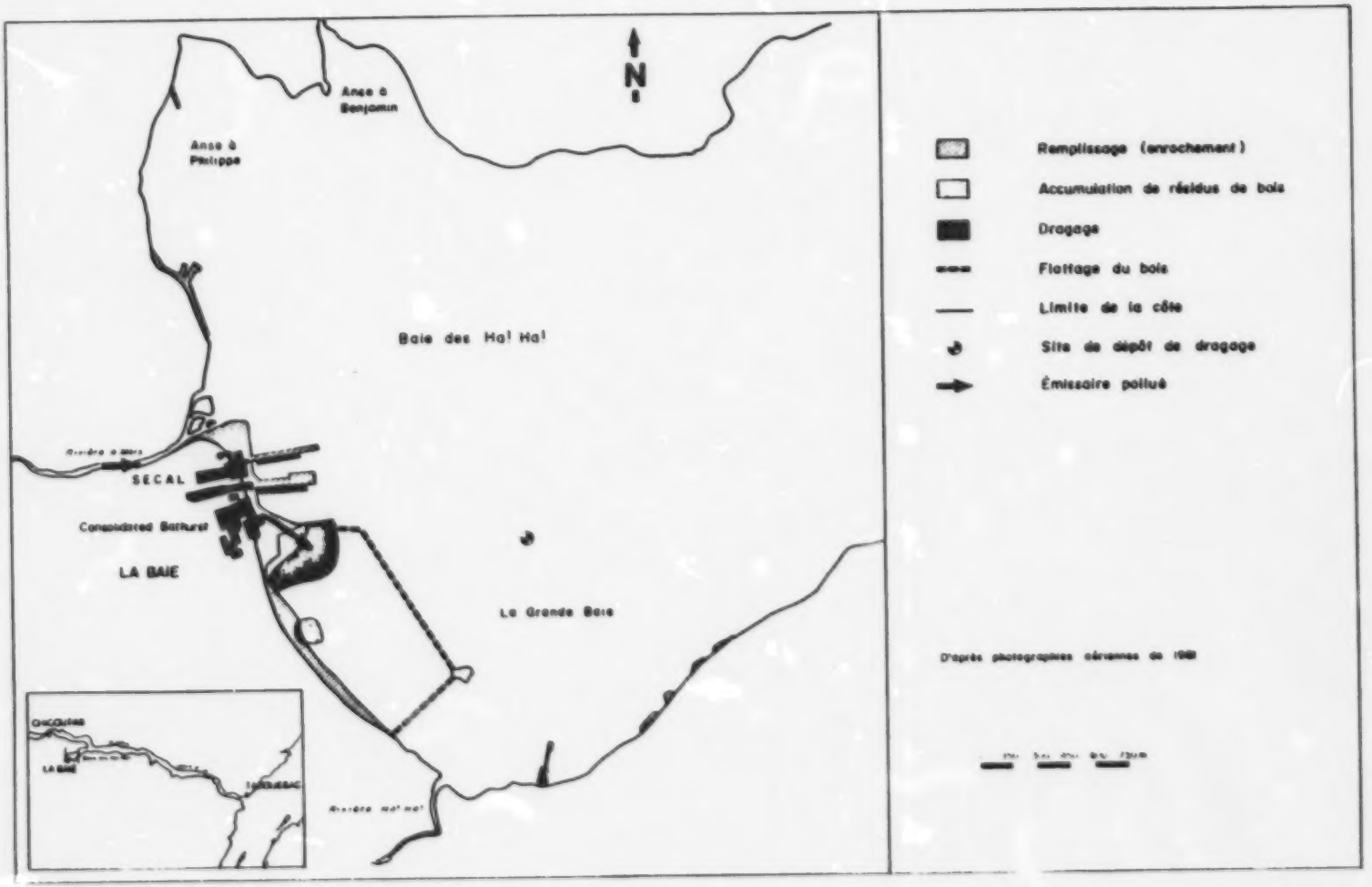

Figure 8. MODIFICATIONS ANTHROPIQUES DE LA BAIE DES HA! HA!

Consolidated Bathurst entre 1927 et 1985. On draguait annuellement, sous le remonte-billes, entre 80 000 et 100 000 m^3 de matières ligneuses. Entre 1981 et 1985, ces résidus étaient largués près du site utilisé à la même fin par l'Alcan. On ne connaît pas le site utilisé précédemment par cette compagnie.

Les perturbations les plus importantes de la Baie des Ha! Ha! sont liées au rejet d'eaux usées municipales et industrielles. Les eaux usées municipales sont rejetées directement dans la rivière à Mars et dans la baie au moyen de plusieurs égoûts. Les rejets industriels incluent ceux de l'Alcan (794 m^3/j) et de la Consolidated Bathurst (69 336 m^3/j) (Logimer 1987). Les charges rejetées par ce dernier émissaire sont, au plan de la DBO_5 et des matières en suspension, 15 fois plus importantes que celles des rejets municipaux (Théberge 1985). Les caractérisations de ces effluents industriels sont présentées dans Logimer 1987.

Le flottage du bois s'effectue près des installations de la Consolidated Bathurst, sur une superficie de 0,55 km^2. Cette activité introduit d'importantes quantités de fibres, de débris de bois et d'acides résineux près des installations portuaires.

Le bilan des superficies modifiées dans la Baie des Ha! Ha! s'établit comme suit: 0,24 km^2 de remplissage, 0,55 km^2 de flottage de bois et 0,07 km^2 de dragage pour un total de surface modifiée mesurable de 0,81 km^2 (tableau 6). Ceci n'inclut pas les surfaces où sont immergés les matériaux dragués, ni les superficies où les sédiments sont contaminés. Ces superficies sont sans aucun doute beaucoup plus considérables que les superficies mesurables reliées aux autres modifications.

Impacts des modifications anthropiques

Aspects physiques L'impact principal du dragage sur le milieu physique est la remise en suspension des sédiments qui s'accumulent près des quais. Ce processus élève la turbidité des eaux côtières. Par ailleurs ces sédiments sont contaminés. Cet impact est toutefois limité aux périodes de dragage et n'affecte que la zone immédiate du quai. Le largage des déblais en eau profonde provoque des impacts similaires, sur une surface impossible à déterminer. Ces déversements ont été effectués sans contrôle réel depuis plus de cinquante ans.

Le rejet d'eaux contaminées affecte la qualité de l'eau et des sédiments. On retrouve dans la colonne d'eau des teneurs élevées de métaux, de composés organiques et de solides totaux dissous (Logimer 1987). Les sédiments de surface, analysés par Primeau et Goulet (1983), présentent des fortes concentrations de BPC, sulfure d'hydrogène, huiles et graisses, solides volatiles, fer, nickel, arsenic, cuivre, mercure, plomb, chrome, cadmium et zinc. Les concentrations de HAP totaux dépassent de plus de 100 fois les concentrations naturelles moyennes évaluées par Laflamme et Hites (1978).

Le flottage du bois contribue également à la contamination du milieu. Des quantités importantes de tanins et lignines sont libérées des débris de bois introduits par la Consolidated Bathurst et s'accumulent dans les sédiments aux environs des quais. La décomposition du bois libère des matières organiques qui sont susceptibles d'absorber certains contaminants organiques et inorganiques. Étant donné la faible densité de ces matières organiques, les contaminants absorbés peuvent être transportés sur de grandes distances.

Tableau 6: Baie des Ha! Ha!: fiche synoptique.

Type d'habitat:	Fjord estuarien	
	-	estran rocheux
	-	zone infralittorale (profonde)
Modifications anthropiques:	-	Remplissage (0,24 km^2)
	-	Flottage du bois (0,55 km^2)
	-	Dragage annuel (0,07 km^2)
	-	Effluents industriels et municipaux
Impacts des modifications:	-	Perte nette d'habitat (0,86 km^2)
	-	Contamination des eaux et des sediments
	-	Contamination des organismes
	-	Baisse d'abondance, de diversité et de productivité
Restauration proposée:	-	Phase 1: Assainissement des effluents
	-	Phase 2: Récupération ou enfouissement des sédiments contaminés
	-	Phase 3: Récupération et nettoyage de la zone de flottage de bois.
Impacts de la restauration:		
Aspects écologiques:		
	-	Décontamination des eaux, des sédiments et des organismes
	-	Augmentation de diversité, d'abondance et de productivité
Aspects socio-économiques:		
	-	Augmentation du potentiel touristique et récréatif
	-	Qualité de vie.

Aspects biologiques Les principaux impacts biologiques des perturbations de la Baie des Ha! Ha! sont liés à la contamination du milieu et au dragage. La quantité importante de contaminants déversés par les effluents industriels et municipaux affecte considérablement la productivité biologique de la région. Par exemple, les études de Côté (1983) et Thompson et Côté (1985) suggèrent que la contamination par le cuivre puisse entraîner une inhibition partielle de la production phytoplanctonique.

La faune benthique est aussi grandement perturbée par l'apport de matières polluantes dans les sédiments, par le dragage autour des quais et par le déversement des déblais. Les études de Beak (1981) démontrent en effet qu'il existe une zone d'un rayon de 1 à 2 km à partir des installations portuaires où la faune benthique est inexistante.

L'absence d'organismes benthiques dans cette zone se répercute directement sur la faune ichtyenne, particulièrement sur les espèces se nourrissant de benthos. Les fortes concentrations de métaux toxiques et autres polluants dans la colonne d'eau et les sédiments risquent de contaminer les poissons directement et via la chaîne alimentaire.

Enfin, les effluents contaminés contribuent sans doute au niveau élevé de pollution du fjord du Saguenay, qui affecte tous les maillons de la chaîne trophique.

Restauration proposée

Aucun programme de restauration ne sera efficace si le déversement de polluants n'est pas éliminé aux effluents municipaux et industriels. La Direction de l'assainissement de l'eau du ministère de l'Environnement du Québec s'est déjà penchée sur le problème (Lefebvre et Théberge 1984) et a émis une série de recommandations visant le traitement des effluents municipaux et industriels, la réglementation des opérations de dragage et de déversement des déblais et la flottaison du bois aux installations de la Consolidated Bathurst.

Cette première phase entreprise, il faudra éliminer le flottage du bois, qui est une autre source majeure de contaminants et de dépôts organiques. L'arrêt de cette activité permettra aussi la récupération de 0,55 km^2 d'habitats côtiers. Cette superficie ne recouvrera ses caractéristiques originales qu'après le dragage complet des sédiments de surface accumulés depuis le début des opérations. On ne devra pas déverser les déblais de ce dragage dans les eaux profondes de la baie mais plutôt envisager une alternative qui soit conforme avec les normes de protection de l'environnement. Une fois le substrat nettoyé, on peut espérer que le repeuplement par les organismes benthiques et la végétation littorale s'effectuera graduellement de façon naturelle.

Les opérations de dragage aux quais de l'Alcan n'affectent qu'une superficie minime (environ 0,05 km^2) et le volume annuel de sédiments ainsi déplacés n'est que de 11 000 m^3. Lorsque la phase d'épuration des effluents et d'assainissement des eaux de la Rivière à Mars aura été complétée, le problème de remise en suspension de contaminants n'existera plus à condition que le substrat dans les zones à draguer ait été complètement nettoyé des sédiments contaminés accumulés depuis le début des opérations de l'Alcan. Le nettoyage nécessitera un dragage en profondeur, effectué selon une technologie qui minimise la remise en circulation des contaminants. Les déblais devront être traités et déversés ailleurs que dans la Baie des Ha! Ha!.

Quant aux déblais non contaminés que le dragage annuel entraînera, on pourra en disposer de l'une ou l'autre des façons suivantes: ils pourront être utilisés comme remblais terrestres ou encore être déversés dans la zone profonde contaminée par les déversements antérieurs, si cette méthode s'avère efficace pour isoler progressivement les sédiments contaminés.

Impacts de la restauration

Aspects écologiques L'élimination des effluents contaminés et la restauration de la

zone littorale aux sites des activités portuaires et aux sites de rejets de dragage permettront une augmentation de la production primaire partiellement inhibée par les métaux toxiques (ex. cuivre) présents dans l'eau. Cette hausse de production se repercutera sur l'ensemble de la chaîne trophique.

La restauration des fonds entraînera un repeuplement progressif par les organismes benthiques, agissant autant au niveau de la diversité des espèces que de l'abondance des individus. A long terme, l'augmentation de la biomasse benthique près du littoral profitera aux espèces de poissons qui s'en nourrissent.

La décontamination de la Baie des Ha! Ha! est un des éléments essentiels au plan plus global de décontamination du Saguenay. Cette restauration contribuerait à augmenter la qualité de cet écosystème unique et à protéger certaines espèces en danger, comme le béluga.

Aspects socio-économiques La pêche sous la glace (pêche blanche) aux espèces marines dans l'Anse à Philippe, l'Anse à Benjamin et la Grande Baie connaît depuis quelques années une croissance intéressante. La pêche aux espèces marines s'effectue maintenant aussi bien en été. Ces activités prennent place à proximité des sources de pollution. La contamination de ces poissons est plus que probable et, quelqu'en soit le niveau, un danger existe si la chair en est consommée. Le gain socio-économique résultant de la décontamination du secteur est donc évident.

Les autres activités récréatives et touristiques telles que la baignade, la navigation de plaisance, les croisières touristiques guidées, l'observation de la faune ou simplement l'appréciation des paysages gagneraient également de l'intérêt.

L'amélioration du littoral aura un impact direct sur la qualité de vie des résidants de Ville la Baie et des visiteurs. Les odeurs nauséabondes dues au flottage de bois et aux effluents municipaux disparaîtront; la baignade sera rendue plus agréable et plus sécuritaire. La restauration proposée favorisera l'accroissement d'autres activités récréatives telles la navigation de plaisance, les croisières touristiques guidées, l'observation de la faune. Elle contribuera donc à maintenir l'essor touristique que connaît actuellement la région et à la mise en valeur de la grande région du fjord du Saguenay.

BAIE DES ANGLAIS

Composantes physiques

La Baie des Anglais, où se trouve le port de Baie-Comeau, s'ouvre sur l'estuaire maritime du St-Laurent entre Pointe St-Gilles au sud-ouest et Pointe St-Pancrace au nord-est, sur une distance de 7,4 km. Elle est encaissée par des falaises et de hautes rives rocheuses qui protègent ses eaux contre l'action des vents dominants du nord-ouest.

A l'ouest de la Pointe St-Gilles, la rivière Manicouagan déverse un débit annuel moyen de 851,7 m^3/sec, débit contrôlé par le barrage Manic I d'Hydro-Québec (SNC 1983). La Rivière aux Anglais se jette quant à elle dans la Baie des Anglais à 500 m au nord de l'Anse du Moulin, près des quais de la Compagnie des Céréales Cargill Ltée. Son débit annuel moyen est de 60 m^3/sec (SNC 1983). La salinité de l'eau dans la baie s'approche de celle de l'eau de mer (25 $^{o}/_{oo}$ à 30 $^{o}/_{oo}$), sauf à l'embouchure de la Rivière aux Anglais où, selon les effets des vents et des marées, l'eau peut être saumâtre ou franchement salée.

La morphologie sous-marine de la Baie des Anglais est caractérisée par une pente relativement uniforme de l'ordre de 3 % vers le sud-est où l'on atteint des profondeurs de plus de 100 m. Le fond marin de la Baie des Anglais est constitué de sédiments essentiellement sableux (50 %) dont le contenu en silt et argile augmente généralement du nord au sud suivant l'augmentation de la profondeur (Bertrand et al, 1988). Cependant dans la partie sud de la Baie des Anglais, à l'est de l'embouchure de la rivière Manicouagan, les sédiments redeviennent plus sableux, probablement sous l'influence de l'apport deltaïque de cette rivière.

Les marées affectant cette région sont de type semi-diurne et d'une amplitude moyenne de 2,6 m. Les courants dans la baie sont relativement faibles, soit de l'ordre de 0,3 à 0,5 m/s (Bertrand et al, 1988). Près du fond, ces vitesses seraient de l'ordre de 0,05 m/s (Anonyme 1976). Les courants de dérive dus au vent constituent un facteur d'importance dans la circulation maritime régionale (M.T.C.P. 1983 in Bertrand et al 1988).

Composantes biologiques

La végétation aquatique de la Baie des Anglais est relativement pauvre. Quelques espèces de Fucacées et de Laminaires y sont présentes. Dans l'Anse du Moulin, seuls les Fucus sp. sont présentes et relativement abondantes (SNC 1983).

Le zooplancton dans cette région est dominé par les copépodes Calanus hyperboreus, C. finmarchichus et Oithona similis. Les euphausides Meganycthyphanes norvegica et Thysanoessa raschii sont aussi présents dans la région, mais leur abondance est faible (Berkes, 1976; Sameoto 1976).

La faune benthique de la baie est pauvre et peu diversifiée (Comité d'étude sur le fleuve St-Laurent, 1978). Selon SNC (1983) les valeurs de diversité du benthos suggèrent une dégradation ou perturbation de l'environnement. Les espèces présentes incluent certains mollusques (buccin, mye commune, moule bleue, Macoma sp.), plusieurs espèces de vers marins, des crustacés (homard, crabe tourteau, crabe des neiges, crevettes de sable) et des oursins. Le buccin est le seul invertébré exploité commercialement dans la baie. Les autres espèces ne sont pas exploitées soit à cause de leur faible densité, soit pour des raisons de contamination par les BPC, les bactéries colliformes ou l'algue toxique Gonyaulax tamarensis (SNC 1983).

On retrouve dans la baie quelques espèces de poissons marins à potentiel commercial: morue, flétan, plie rouge, hareng, maquereau, merluche. Seuls la morue, le hareng et le maquereau y sont exploités de façon artisanale. Trois espèces anadromes, le saumon atlantique, l'omble de fontaine (truite de mer) et l'éperlan fraient dans la Rivière aux Anglais. La Q.N.S. Limitée, propriétaire de la rivière, permet une pêche sportive annuelle contrôlée du saumon près de l'embouchure de la rivière. La truite de mer est également pêchée à l'embouchure de la rivière. Des anguilles sont aussi présentes (Bertrand et al., 1986).

Trois espèces de phoques ont été observées dans la Baie des Anglais: le phoque gris et le phoque commun en été et le phoque du Groënland en hiver. Le phoque gris est le plus fréquent. Le béluga, autrefois très abondant près des battures de la Manicouagan (Vladykov 1944) est maintenant très rare dans la région. Toutefois il est possible d'en rencontrer dans la région de Baie Comeau, surtout en hiver car ce secteur demeure relativement libre de glace. Le petit rorqual et le

rorqual commun sont deux autres espèces de cétacés qu'on peut observer régulièrement en été dans la Baie des Anglais et les environs.

Modifications anthropiques

Les perturbations les plus importantes de la baie des Anglais sont liées au rejet d'eaux usées industrielles par la compagnie papetière Québec North Shore (QNS) et par la Société canadienne des métaux Reynolds. Les rejets de la QNS incluent des charges très élevées de D.O.C. et de solides en suspension alors que ceux de la Reynolds sont riches en métaux (Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent 1978).

La Reynolds aurait par ailleurs causé l'introduction d'importantes quantités de BPC dans l'Anse du Moulin, une petite baie située à l'embouchure de la rivière des Anglais. Les sédiments présentent des concentrations de BPC supérieures à 0,80 ug/g (Bertrand et al 1988). Cette anse a fait l'objet de trois dragages d'entretien depuis le début des années cinquante. Les matériaux dragués étaient déversés dans l'ouest de la baie (figure 10) et ce site présente également des sédiments riches en BPC (>0,80 ug/g). Les surfaces affectées par le dragage et le largage de déblais sont de 0,55 km^2 (tableau 7). Au total, une superficie de 0,63 km^2 présente des concentrations supérieures à 0,80 ug/g; une superficie de 7,9 km^2 présente des concentrations entre 0,10 et 0,80 ug/g. Ces concentrations sont au-delà du seuil acceptable.

D'autre part les installations portuaires et industrielles ont causé, par le remplissage du littoral, une perte nette d'habitat côtier. En 1987, les empiètements affectaient une surface totale de 0,65 km^2.

Impacts des modifications anthropiques

Aspects physiques Les changements physico-chimiques associés aux déversements industriels constituent un impact majeur. La Baie des Anglais est le site côtier le plus contaminé par les BPC de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (Bertrand et al 1988). Dans les secteurs les plus contaminés de la baie, les BPC ont été remis en suspension lors des activités de dragage et sont de plus fréquemment remis en suspension par brassage naturel. Les matières en suspension sont très abondantes dans ces secteurs à cause des rejets industriels et absorbent les BPC. Les suspensions contaminées sont alors transportées vers le sud-est de la baie.

On estime que la perte des 0,65 km^2 d'habitats côtiers par les différents empiètements industrialo-portuaires est relativement minime et ne représente pas d'impact majeur.

Les opérations de dragage et d'immersion des résidus ont modifié la nature et la topographie des secteurs touchés (0,55 km^2). Toutefois, mis à part le problème de contamination, il ne s'agit pas d'un impact majeur.

Aspects biologiques L'impact des effluents contaminés sur la production primaire et secondaire de la baie n'est pas connu. Des effets sur le benthos sont toutefois apparents: les secteurs où les sédiments sont fortement contaminés sont caractérisés par la rareté des organismes benthiques.

Des analyses de contamination de certains produits de la pêche ont été effectués par le MENVIQ et d'autres organismes gouvernementaux en 1982 et 1983. Les concentrations de contaminants des échantillons de moule, buccin éviscéré, crabe,

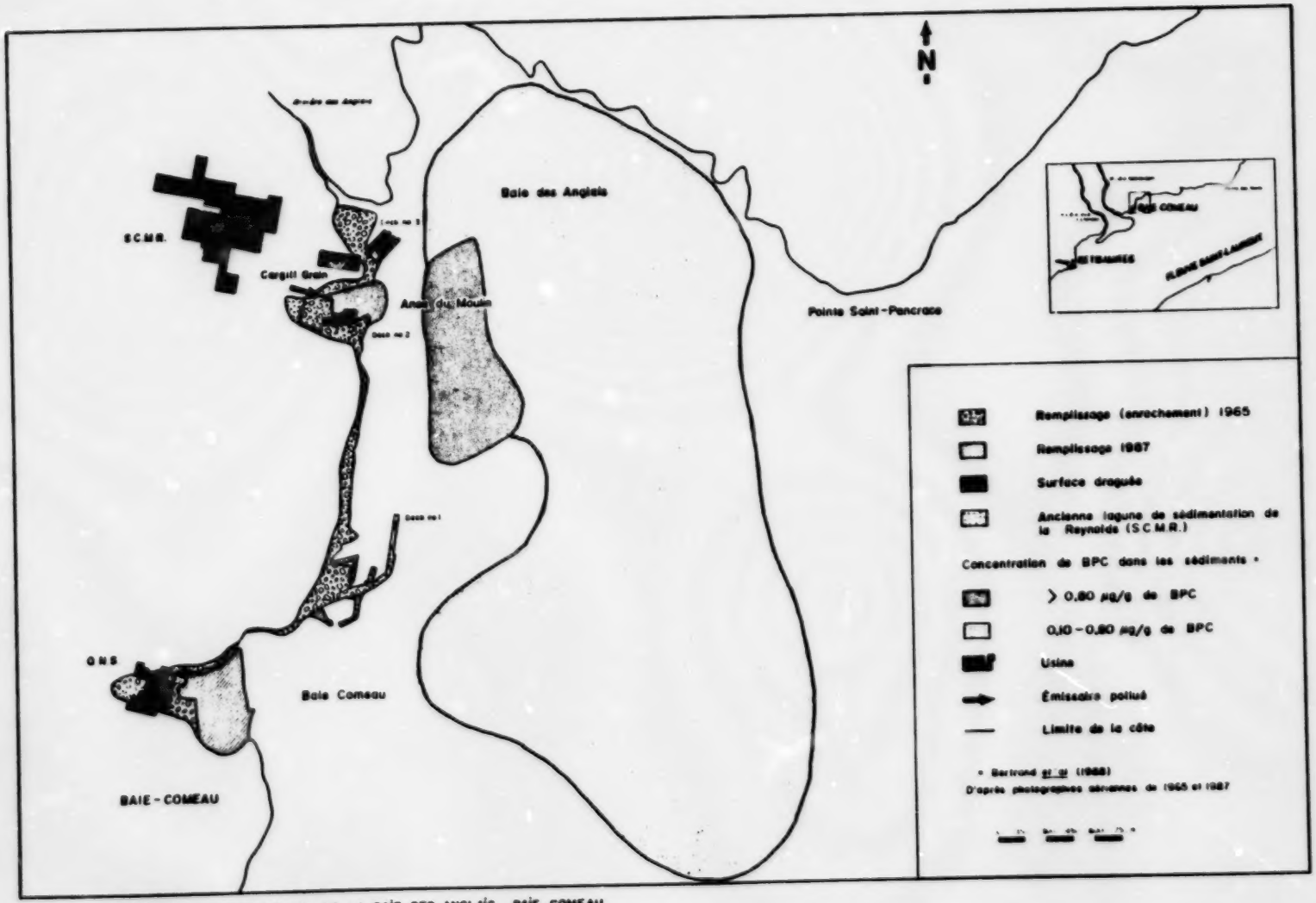

Figure 10. MODIFICATIONS ANTHROPIQUES DE LA BAIE DES ANGLAIS, BAIE-COMEAU

Tableau 7: Baie des Anglais: fiche synoptique

Type d'habitat: Baie ouverte à fond sableux	- estran rocheux - zone infralittorale
Modifications anthropiques:	- Remblayage (0,65 km²) - Dragage (0,01 km²) - Immersion de déblais (0,55 km²) - Sédiments à concentration de BPC >0,8 ug/g: 0,63 km² - Sédiments à concentration de BPC entre 0,1 et 0,8 ug/g: 7,90 km²
Impact des modifications:	- Perte nette d'habitat (1,21 km²) - Contamination des eaux et des sédiments - Contamination des organismes - Baisse d'abondance, de diversité et de productivité
Restauration proposée:	- Phase 1: élimination de la source de BPC dans l'Anse du Moulin - Phase 2: récupération des sédiments contaminés de l'Anse du Moulin - Phase 3: récupération ou enfouissement des sédiments dans la zone de déversement des déblais
Impact de la restauration:	
- Aspects écologiques:	- Décontamination des eaux, des sédiments et des organismes - Augmentation de diversité, d'abondance et de productivité
- Aspects socio-économiques:	- Amélioration de la qualité des produits de la pêche - Qualité de vie

hareng et morue étaient généralement inférieures aux directives fédérales. On recommande toutefois de consommer la plupart de ces produits avec modération, en particulier pour les femmes enceintes, et de ne pas consommer les moules (anonyme 1984).

La perte des 0,65 km² d'habitat côtier n'est pas susceptible d'avoir modifié l'écosystème de façon notable. Le substrat rocheux des rives et l'escarpement du littoral ne sont guère propices à une productivité importante.

Restauration proposée

La décontamination des sédiments s'avère l'élément le plus important du schéma de

restauration de la baie. Au cours d'une première phase il faudra éliminer la source toujours existante de BPC située dans la lagune au nord de l'Anse du Moulin. Lors d'une seconde phase on devra procéder au dragage des sédiments contaminés de l'Anse du Moulin, en utilisant une technologie adéquate pour éviter toute remise en suspension des contaminants. La dernière phase consistera à nettoyer ou isoler la zone fortement contaminée où ont été déversés les déblais de dragage de l'Anse du Moulin. Si le prélèvement des sédiments contaminés s'avère impratiquable, on pourra procéder au confinement de ceux-ci, en les recouvrant de sédiments non-contaminés.

Impacts de la restauration

Aspects écologiques La décontamination des sédiments permettra un accroissement progressif de la biomasse benthique et de la qualité des mollusques et crustacés à potentiel commercial. Il est vraisemblable que cet accroissement aura un impact positif sur la biomasse ichtyenne. Globalement donc, l'écosystème de la baie s'améliorera et le danger toujours présent d'une catastrophe écologique due aux fortes concentrations de BPC s'atténuera rapidement.

Aspects socio-économiques La restauration permettra une amélioration certaine de la qualité des espèces pêchées dans la baie. Les risques pour la santé des consommateurs des produits de la mer locaux et de la population en général diminueront proportionnellement à la décontamination. Toutefois, il est peu probable que le potentiel commercial soit augmenté en terme de biomasse exploitable.

BAIE DES SEPT-ILES

Composantes physiques

La Baie des Sept-Iles couvre environ 100 km^2, dont plus des deux tiers sont caractérisés par une profondeur inférieure à 10 m. La baie est limitée au sud par la Péninsule Marconi et les Iles Manowin, Grande Basque et Petite Basque. Cette situation en fait une baie intérieure peu influencée par les courants prévalant dans le Golfe St-Laurent.

Les fosses les plus profondes atteignent un peu plus de 50 m. La profondeur varie de 30 m entre la Pointe Est de la Péninsule Marconi et l'Ile Grande Basque à plus de 100 m, entre les Iles Manowin et Petite Basque.

On y trouve trois masses d'eau distinctes. La couche de surface est mince et délimitée par l'isohaline de 30 $^{0}/_{00}$. De nombreux affluents (e.g. Rivière des Rapides) se déversent dans la baie et contribuent à cette couche de surface. Cette couche a un temps de résidence moyen dans la baie de 6 ou 7 jours (Roche 1984). Sous la couche de surface, on retrouve une seconde couche où les échanges d'eau avec l'estuaire du Saint-Laurent s'effectuent suivant le cycle des marées (semi-diurne). L'eau de cette couche entre principalement par le côté est de l'entrée de la baie durant le montant et est évacuée par le côté ouest de l'entrée durant le jusant.

La troisième couche est la couche intermédiaire froide, qui présente les mêmes conditions de température et de salinité qu'ailleurs dans l'estuaire et le golfe. Cette couche a une oscillation interne dont l'amplitude est d'environ 15 à 20 m et qui induit un système radial de circulation dans la baie (Roche 1984). Ainsi, durant la phase montante de l'onde interne, les zones peu

profondes de la baie sont balayées par l'eau de la couche intermédiaire froide.

Dans son ensemble, la Baie des Sept-Iles est un bassin de sédimentation relativement clos où les sources de sédiments proviennent essentiellement des affluents. Ces rivières ont un faible débit et transportent peu de sédiments. Les sédiments de surface sont constitués surtout de silt argileux avec trace de sable (Roche 1984). Près des installations portuaires de Pointe aux Basques, le fond est caractérisé par la présence de sable dont le déplacement semble être engendré principalement par les courants de dérive littorale dus à l'action des vagues. La granulométrie de ces sables varie de sable moyen à fin.

Composantes biologiques

Trois principaux groupements forment la végétation littorale de la Baie des Sept-Iles: la prairie supralittorale, (herbaçaie salée), la prairie littorale et le pré salé à Spartina alterniflora. La prairie supralittorale, localisée uniquement au fond de la baie, n'est submergée que par certaines marées de vive-eaux. Elle est dominée par la graminée Calamagostris canadensis et est très diversifiée. La prairie littorale (marais à carex et à scirpe) occupe une superficie totale dans la baie de 120 ha. Elle est composée d'une flore halophytique (adaptée à l'eau salée), dominée principalement par Carex paleacea, Puccinella paupercula et Scirpus maritimus. Sa diversité est grande dans la partie haute du littoral, mais va en diminuant vers la partie basse. Dans la partie la plus basse de ce groupement, Spartina alterniflora fait son apparition graduellement (Roche 1984).

Le pré salé à Spartina alterniflora occupe 80 ha dans la baie. Il est monospécifique, sauf dans les chenaux où on retrouve la zostère marine (Zostera marina) et sur les affleurements rocheux où abondent les algues fucacées (Fucus sp.).

Les ensembles végétaux les plus importants en tant qu'abri et nourriture pour la sauvagine et les autres organismes vivants sont situés au nord-est de la baie. Les autres régions sont de moindre valeur.

La faune benthique de la baie inclut au moins quatre-vingt-dix-neuf espèces (Roche 1984). Soixante-quinze ont été capturées au site de dragage des installations portuaires de Pointe Noire et soixante-seize au site de rejet des déblais de dragage. Des polychètes, des crustacés, des mollusques, des échinodermes et des ascidies composent l'ensemble des taxons échantillonnés. La densité variait de 2122 à 16 499 ind./m^2.

Les espèces de poissons retrouvées dans la Baie des Sept-Iles incluent la morue, le poulamon, la plie, l'alose, le flétan, l'anguille, le maquereau, l'éperlan, le capelan et le hareng. Seuls l'éperlan, le capelan et le hareng sont pêchés par les pêcheurs commerciaux (Roche 1984).

Une importante population de capelan fraie et hiverne en eaux profondes au large de la baie. L'abondance du capelan à l'intérieur de la baie n'est pas connue mais il est possible que cette espèce utilise une mince bande de gravier près de l'embouchure de la rivière Hall pour la fraie.

Trois espèces de cétacés sont occasionnellement observées dans la Baie des Sept-Iles: le rorqual commun, le petit rorqual et le marsouin commun. On rencontre aussi deux espèces de phoques dans la baie, le phoque gris et le phoque commun. Ni l'une, ni l'autre n'est abondante à l'intérieur de la baie (Roche 1984).

Modifications anthropiques

Les modifications anthropiques de la Baie des Sept-Iles ont été principalement causées par l'aménagement des installations portuaires. Le port de Sept-Iles se divise en deux secteurs: le secteur de Pointe-aux-Basques, au nord, qui va de la Pointe-aux-Basques à la Pointe-au-Poste et le secteur de la Pointe Noire, au sud. Les figures 11 et 12 situent les modifications.

Les superficies littorales affectées par le remplissage dans le secteur de Pointe-aux-Basques sont de l'ordre de 0,15 km^2. Ces empiètements correspondent au port de la compagnie Iron Ore (IOC), aux quais de Port Canada et à la nouvelle marina construite en 1982. Le maintien de la profondeur d'eau aux abords des quais nécessite un dragage périodique. Les trois quais de l'IOC sont dragués sur une surface totale approximative de 0,01 km^2 et les volumes totaux ne dépassent pas 10 000 m^3. Les analyses de sédiments effectuées par IOC (1985) démontrent que les concentrations de contaminants dans ces sédiments sont inférieures aux normes.

L'aménagement des espaces portuaires à la Pointe Noire a empiété sur une superficie de 0,19 km^2. Le quai de la Wabush Mines est protégé par un ancien quai qui suit le prolongement de la pointe. Le quai du traversier rail modifie l'écoulement de l'eau le long de la côte, créant une zone à faible circulation d'eau. Le dragage à la Pointe Noire s'effectue aux deux quais, la surface totale draguée est de 0,03 km^2.

Les matériaux dragués dans le port de Sept-Iles sont rejetés dans trois sites: au nord de la Pointe Noire, au sud-est et au sud-ouest de la Pointe-aux-Basques.

Donc, l'empiètement du littoral par les installations industrialo-portuaires dans la baie des Sept-Iles, totalisent une superficie de 0,34 km^2, dont 0,19 km^2 dans le secteur de Pointe Noire et 0,15 km^2 dans le secteur de Pointe-aux-Basques (tableau 8). Le dragage couvre une surface totale de 0,04 km^2 dont 0,03 km^2 à Pointe Noire et 0,01 km^2 à la Pointe-aux-Basques. Les modifications de l'écoulement toucheraient une surface d'environ 0,16 km^2 à Pointe Noire et seraient négligeables à Pointe-aux-Basques.

Impacts des modifications anthropiques

Aspects physiques Dans le secteur de Pointe-aux-Basques à Pointe-au-Poste, les digues de roc, les brise-lames et les quais aménagés perpendiculairement à la rive ont eu pour effet de modifier localement la circulation des courants et du même coup le régime de sédimentation. Les apports viennent en majeure partie de l'extérieur de la baie et sont surtout composés de matériaux sableux. Les modifications du régime de sédimentation qui se traduisent par une augmentation des apports en matériaux obligent des dragages d'entretien périodique (aux 2 ans pour IOC).

Dans le secteur de Pointe Noire, les ouvrages qui composent le quai de chargement des Mines Wabush, l'ancien quai abandonné et le nouveau quai sont perpendiculaires à l'axe du littoral. Ces structures en longueur ont pour effet de modifier la circulation des courants principalement dans la zone littorale située entre les structures. La zone littorale la plus affectée se situe entre l'ancien quai et le nouveau quai. Ces modifications des courants entraînent une modification du régime sédimentaire surtout évidente dans la baie située entre la pointe et le nouvel amménagement remblayé. A cet endroit, la création d'une zone plus calme favorise la sédimentation des particules qui y

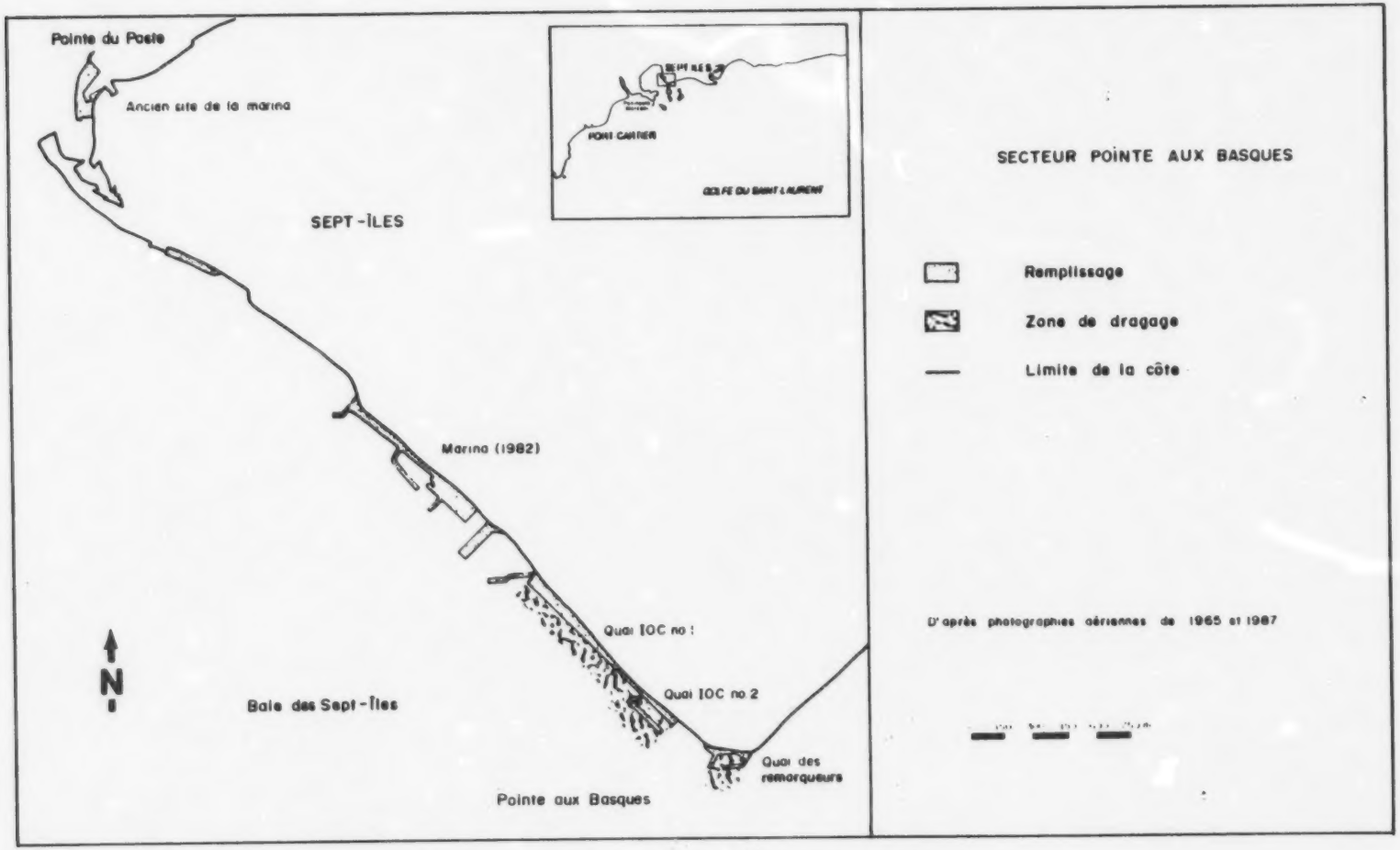

Figure II. MODIFICATIONS ANTHROPIQUES DE LA BAIE DES SEPT-ÎLES : SECTEUR POINTE AUX BASQUES

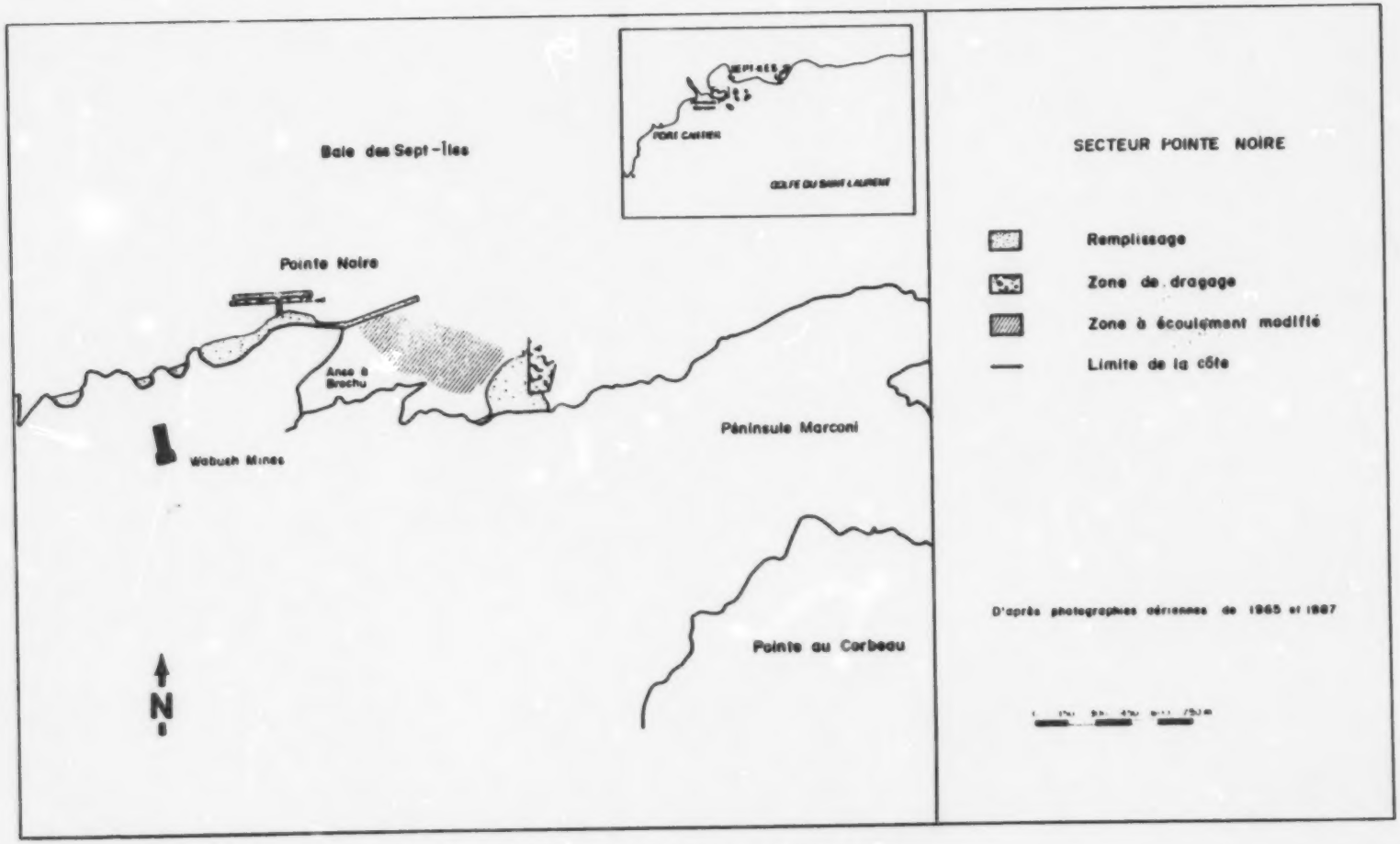

Figure 12. MODIFICATIONS ANTHROPIQUES DE LA BAIE DES SEPT-ÎLES : SECTEUR POINTE NOIRE

Tableau 8: Baie des Sept-Iles: fiche synoptique

Type d'habitat:	Baie fermée:
	- estran rocheux
	- estran sableux et\ou graveleux
	- marais
	- herbier
Modifications anthropiques:	
-	Remplissage: 0,34 km^2
	- Pointe Noire: 0,19 km^2
	- Pointe-aux-Basques: 0,15 km^2
-	Dragage: 0,04 km^2
	- Pointe Noire: 0,03 km^2
	- Pointe-aux-Basques : 0,01 km^2
-	Modification de l'écoulement:
	- Pointe Noire: 0,16 km^2
	- Pointe-aux-Basques: négligeable
Impacts des modifications:	
-	Changement du régime de sédimentation et de l'écoulement des eaux.
-	Perte nette d'habitat:
	- Pointe Noire: 0,37 km^2
	- Pointe-aux-Basques: 0,16 km^2
Restauration proposée:	
-	Récupération des déblais de dragage
-	Destruction de l'ancien quai dans le secteur Pointe Noire.
Impacts des restaurations:	
-	Aspects écologiques:
	- Récupération de l'Anse à Brochu, secteur Pointe Noire.
-	Aspects socio-économiques:
	- Peu d'impact

transitent. Cette sédimentation accrue engendrera, à long terme, le colmatage éventuel de l'Anse à Brochu sur une superficie d'environ 0,6 km^2.

Aspects biologiques L'empiètement sur la zone littorale par les installations portuaires affecte peu l'ensemble de l'écosystème de la baie. Localement, une faible superficie de végétation aquatique a été irrémédiablement perdue, privant de support, d'abri ou de nourriture une biomasse benthique et ichtyenne de faible importance. Les activités de dragage affectent en permanence la faune benthique résidente. Heureusement, les superficies ainsi perturbées sont minimes et influencent peu la productivité totale de la baie. Quant aux sites de déversement des déblais à l'intérieur de la baie, leur topographie et leur profondeur ont été sensiblement modifiées, particulièrement durant la phase de construction des installations portuaires de la Pointe Noire. La faune benthique y a été anihilée, mais un repeuplement progressif est à prévoir. Chaque déversement futur aura le même effet sur les organismes benthiques.

Quelques aires de fraie potentielles pour le capelan ont pu être remblayées, mais l'utilisation restreinte des rives de la baie et la grande disponibilité des aires de fraie en dehors de la baie en atténuent les conséquences. Par contre, l'augmentation des activités portuaires et de la navigation maritime pourraient à long terme avoir une influence sur la présence des mammifères marins dans la baie.

Restauration proposée

Aucune des zones littorales où se trouvent des installations portuaires ou de remblayage ne peut être récupérée. Une action qui pourrait restaurer une zone où l'habitat a été perturbé, serait de récupérer les déblais de dragage dans les zones de déversement clairement identifiées. On pourrait aussi envisager la destruction de l'ancien quai dans le secteur Pointe Noire. La zone perturbée par l'augmentation de sédimentation sera ainsi récupérée et on évitera le colmatage éventuel de l'Anse à Brochu.

Impacts de la restauration

Aspects écologiques La récupération des déblais de dragage aurait certes un impact positif puisqu'il permettrait le repeuplement de cette zone par les organismes benthiques. Toutefois d'une façon globale, l'écosystème de la baie des Sept-Iles ne bénéficiera pas de façon significative d'une telle action. De même, la récupération de la zone perturbée dans l'Anse à Brochu n'aura qu'un effet local, influençant peu la productivité totale de la baie.

Aspects socio-économiques La restauration n'aura pas d'impact socio-économique important. Les modifications de la Baie des Sept-Iles n'ont pas eu de retombée négative sur les pêches sportive et commerciale, et on prévoit que la restauration n'en aura pas non plus. Sur le plan de la qualité de la vie et des activités récréatives, aucun changement ne sera engendré par la récupération d'une petite zone de fond marin.

PORT-CARTIER

Composantes physiques

Le site de Port-Cartier est situé à l'est de la zone résidentielle de Port-Cartier et comprend la frange littorale occupée par les installations industrialo-portuaires de la Compagnie Minière Québec Cartier (C.M.Q.C.) et de la Compagnie I.T.T. Rayonier Inc. rachetée récemment par Les Papiers Cascades. Il s'étend sur un segment de côte

d'environ 4 km caractérisé par un substrat essentiellement rocheux.

La morphologie de la côte est très irrégulière et est caractérisée par un grand nombre de baies et d'îlots rocheux. Les intrants de la côte (baies, anses et embouchures de tributaires) sont caractérisés par un mince recouvrement de boue plus ou moins sableuse (Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent, 1978). Dans les autres secteurs de la côte et plus au large, le substrat est plus grossier et varie du sable au gravier (Loring et Nota, 1973).

L'amplitude moyenne des marées est de 2,3 m et l'amplitude maximale de 3,7 m. Le principal tributaire de la région, la Rivière aux Rochers, passe au centre de l'agglomération urbaine de Port-Cartier et son embouchure est située à environ 2,5 km à l'ouest du quai de l'ITT.

Composantes biologiques

La diversité spécifique est généralement faible le long de ce littoral. Dans son ensemble, la faune benthique de la région de Port-Cartier est pauvre en espèces et en abondance. Les densités semblent plus importantes en aval de la Québec Rayonier qu'immédiatement en amont (Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent, 1978). Le faciès algal de la zone infralittorale est principalement composé de fucacées et de laminaires.

Les principales ressources biologiques du littoral de la région de Port-Cartier comprennent la mye, le buccin, la moule bleue, le capelan, l'éperlan, la plie rouge, le crabe tourteau, l'oursin et la lamproie (Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent, 1978). Des frayères à capelan sont présentes dans la région. La présence assez fréquente du petit rorqual dans la Baie des Cayes Noires (Port-Cartier) serait reliée à l'abondance du capelan dans le secteur. Au large de la région de Port-Cartier on retrouve les espèces commerciales suivantes: le flétan du Groënland, le hareng atlantique, le maquereau, la morue et la plie canadienne (Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent, 1978).

L'avifaune est relativement peu abondante. Les espèces présentes incluent: le canard noir, l'eider commun, certains garrots, le gode, le guillemot noir, le grand héron et les goélands (Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent, 1978). Parmi ces espèces, seuls le canard noir et l'eider commun présentent un potentiel commercial.

Modifications anthropiques

Les principales modifications anthropiques se situent au niveau de la modification physique du littoral par remblayage et dragage et de la modification physico-chimique de l'eau par les rejets d'eaux usées industriels et municipaux.

Les installations portuaires de la C.M.Q.C. et de la Port-Cartier Elevator ont empiété le milieu marin sur environ 0,18 km^2. Au total le remblayage affecte une surface de 0,30 km^2 (figure 13).

Ces différents remblais recouvrent la zone littorale à proximité du port et ferment deux petits cours d'eau situés de part et d'autre de l'usine. La surface affectée par les modifications de l'écoulement des eaux serait d'environ 0,13 km^2.

Le remblayage préliminaire aux installations de la Rayonier recouvre une surface de 0,12 km^2 et serait responsable des modifications de l'écoulement naturel des eaux sur une superficie d'environ 0,06 km^2.

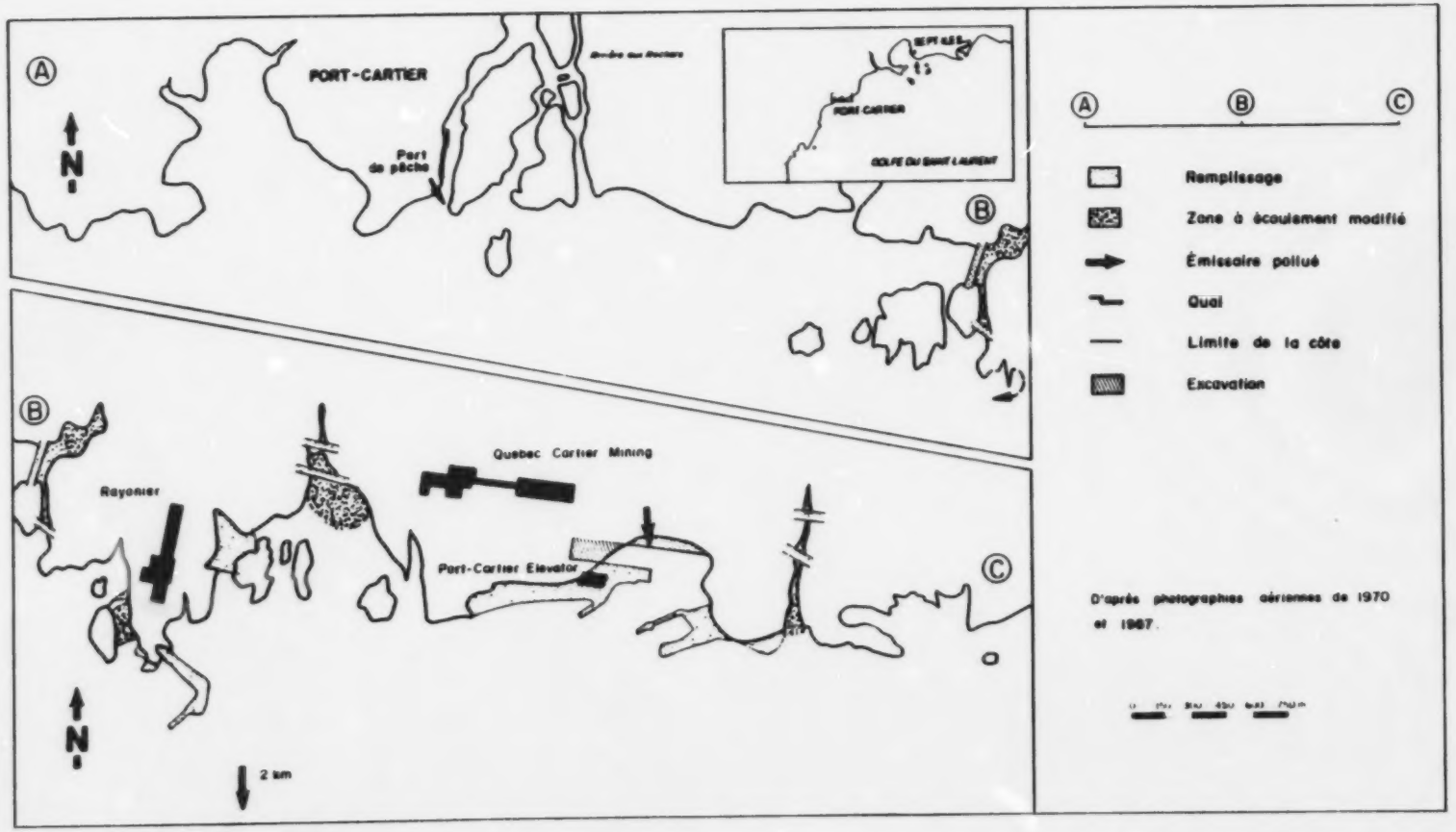

Figure 13. MODIFICATIONS ANTHROPIQUES DU SITE DE PORT-CARTIER

Tableau 9: Port-Cartier: fiche synoptique.

Type d'habitat:	-	Estran rocheux et/ou sableux-graveleux
	-	Zone infralittorale
Modifications anthropiques:	-	Remblayage (0,30 km^2)
	-	Dragage (50 000 m^3)
	-	Effluents industriels et municipaux
Impacts des modifications:		
	-	Perte nette d'habitat: estran rocheux, zone infralittorale (0,30 km^2)
	-	Modification des régimes hydrodynamiques et sédimentaires (0,19 km^2)
	-	Baisse de la qualité de l'eau près des effluents municipaux (pH, couleur, NH_4, DCO, phénols)
	-	Contamination possible des sédiments (fer, manganèse, phosphore, carbone organique)
Restauration proposée:	-	Action proposée: caractérisation de la contamination des sédiments et des organismes
	-	Aucune restauration dans l'état actuel du dossier.

Au total les remblais ont causé la perte nette de 0,30 km^2 et ont modifié l'écoulement des eaux sur une surface de 0,19 km^2 (tableau 9).

D'autre part, environ 50 000 m^3 de sédiments auraient fait l'objet de dragage en 1980 au quai de la C.M.Q.C. L'analyse de la qualité des sédiments et de l'eau lors de ce dragage aurait confirmé le respect des normes d'acceptabilité pour la turbidité, le zinc et le cuivre dissous (Roche 1981).

Les effluents de la C.M.Q.C. et de la Rayonier ont été caractérisés en 1975 par le Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent (1978). Les eaux usées de la C.M.Q.C. avaientune charge de polluants relativement faible, incluant les métaux suivants: le cadmium, le chrome, le cuivre, le zinc et le mercure. L'effluent de la Rayonier avait une charge de DCO d'azote et de tannins et lignines très élevée ainsi que de fortes concentrations en plomb et zinc. L'effluent de la Rayonier serait situé à environ 3 km au large. Les effluents municipaux déversés dans la Rivière aux Rochers engendrent des problèmes de qualité de l'eau au niveau des paramètres suivants: pH, couleur, azote ammoniacal, DCO et phénols.

Impacts des modification anthropiques

Aspects physiques Les installations portuaires de la Québec Rayonier ont causé le remblayage de 0,12 km^2. En plus de changer la nature du littoral, ces installations affectent l'hydrodynamisme et le régime sédimentaire du secteur. Bien que ces changements soient difficiles à quantifier, il est possible que la

sédimentation de particules fines ait augmenté près de ces installations.

Dans le cas de C.M.Q.C. le remblayage affecte une surface légèrement plus grande. Les impacts hydrodynamiques et sédimentologiques sont toutefois négligeables parce que la zone remblayée suit le profil naturel de la côte.

Le rejet des effluents municipaux a modifié les caractéristiques physico-chimiques des eaux de l'embouchure de la Rivière aux Rochers. Ces effluents ne respectaient pas les limites proposées pour le maintien de la qualité de la vie au niveau de la couleur, de l'alcalinité, de l'azote ammoniacal, de la demande chimique en oxygène et des phénols.

Les rejets des effluents industriels, spécialement ceux de la Rayonier, ont sûrement modifié la qualité des eaux situées près de l'émissaire et dans le panache de diffusion. Une analyse chimique des sédiments dans la région de Port-Cartier et Sept-Iles montre que ceux-ci présentent de fortes concentrations en fer, manganèse, phosphore et en carbone organique (Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent, 1978).

Aspects biologiques Les pertes d'habitat n'affectant que des surfaces relativement faibles et des types d'habitats (estran rocheux et/ou sableux-graveleux et zone infralittorale) non jugés parmi les plus productifs, on peut supposer que les pertes de productivité et de capacité de support associées à ceux-ci sont négligeables.

Les données dont nous disposons ne nous permettent pas d'affirmer que les sédiments ou les ressources biologiques du secteur de Port-Cartier sont contaminés. Il faut de plus noter que les activités de la Québec Rayonier ont cessé en 1979. Cependant cette industrie présentait des effluents fortement contaminés au niveau de la DOC, de l'azote total et des tannins-lignines et avait été identifiée comme l'une des industries les plus polluantes du Québec (Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent, 1978). La Québec Cartier Mining avait été identifiée comme source de pollution au niveau du cadmium, chrome, cuivre, zinc et mercure, mais était classée parmi les priorités d'intervention de second ordre (Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent, 1978).

Restauration proposée

Etant donné la faible importance des pertes d'habitat et de capacité de support engendrées par les modifications anthropiques et le manque de données concernant la contamination du milieu et des ressources biologiques, aucune action de restauration n'est proposée dans l'état actuel du dossier.

Une caractérisation de la contamination des sédiments et des organismes serait nécessaire afin de s'assurer du niveau d'impact sur l'habitat du poisson des contaminants rejetés par la Québec Rayonier et par la Québec Cartier Mining. Advenant le cas où le niveau de contamination serait jugé sérieux, le dragage et le confinement des sédiments contaminés pourraient alors être envisagés.

ESTUAIRES DES RIVIERES MANICOUAGAN ET AUX OUTARDES

Composantes physiques

Rivière Manicouagan

L'estuaire de la rivière Manicouagan fait partie d'une vaste zone deltaïque d'environ 80 km entre la pointe de l'anse des Aulnes et la Baie des Anglais, à l'est de Baie Comeau. L'estuaire a une forme évasée

comprise entre une péninsule émergée formée de l'accumulation sédimentaire conjointe des rivières Manicouagan et aux Outardes et une côte rocheuse à l'est de la rivière Amédée. Il est formé d'immenses estrans sableux entrecoupés de chenaux peu profonds. L'amplitude moyenne de la marée semi-diurne est de 2,3 m.

On retrouve deux principales masses d'eau dans l'estuaire soit l'eau douce de la rivière et l'eau salée (28 $^{0}/_{00}$) de la couche de surface de l'estuaire maritime du St-Laurent. Les courants dans l'estuaire obéissent à un cycle semi-diurne régit par le cycle des marées.

Il se forme à l'embouchure un panache de grande dimension, constitué de plusieurs avancées d'eau douce régies par la marée baissante. Le temps de résidence de l'eau du panache dans la région adjacente à l'embouchure a été estimé à 2 jours (Roche 1987).

En condition naturelle, le débit d'eau douce était très variable, atteignant un maximum de 3000 m^3/s en juin (débit mensuel moyen) et un minimum de moins de 500 m^3/s durant les mois d'hiver.

La profondeur de l'estuaire est généralement faible, de 3 à 5 m sur les estrans sableux, avec une fosse de 20 m près de l'embouchure.

Les sédiments qui alimentent l'estuaire proviennent du transport fluvial, de l'érosion des rives de l'estuaire et de l'apport de sédiments marins refoulés au flot de marée. Le mouvement des sédiments sur le littoral démontre une dérive principale d'ouest en est et du sud au nord, causées par les vents dominants et le courant principal de l'estuaire du Saint-Laurent. La nature des sédiments change selon les secteurs de l'estuaire. Vers l'amont, on retrouve une dominance de silt argileux consolidé avec quelques cailloux. En aval, le fond de l'estuaire est constitué de sable fin à moyen, caractéristique d'un delta submergé.

Enfin, une analyse chimique des sédiments démontre que tous les éléments analysés présentent des concentrations inférieures à la limite acceptable des critères de qualité (Roche 1987).

Rivière aux Outardes

L'estuaire de la Rivière aux Outardes fait partie de la même zone deltaïque que l'estuaire de la Manicouagan. Il est formé de vastes bancs de sable intertidaux entrecoupés de chenaux plus profonds. Il est long de 12 km, entre la Chute-aux-Outardes et son embouchure dans l'estuaire du St-Laurent. Il a une forme évasée comprise entre une falaise en érosion (rive nord-ouest) et une zone de sédimentation (rive sud-est). La profondeur est généralement faible (moyenne de 2 à 5 m).

Comme dans la Manicouagan, on y retrouve deux masses d'eau (eau douce et eau salée) dont le mélange est régi par l'état de la marée et l'importance du débit fluvial. Le coin salin ne pénètre généralement que de 2 km vers l'amont, mais des renversements de courant peuvent se faire sentir à plus de 9 km de l'embouchure lors de la diminution des débits fluviaux (Hart 1987). En période de crue le coin salin est rejeté en mer et forme un panache d'eau saumâtre de grande dimension. On note aussi une composante latérale importante de la circulation tidale de l'ouest vers l'est.

En condition naturelle le débit fluvial est caractérisé par une crue printannière intense en mai et juin (900 m^3/s), une baisse graduelle

des débits de juillet à septembre (environ 400 m^3/s), une deuxième crue en octobre et novembre (500 m^3/s) et un débit minimum (200 m^3/s) de décembre à avril. L'amplitude moyenne des marées y est de 2,3 m avec un maximum de 3,5 m. Les sédiments de l'estuaire proviennent du transport fluvial et de l'érosion de la falaise de la rive nord-ouest. Ils sont composés de sable fin à moyen.

Composantes biologiques

Rivière Manicouagan L'estuaire de la Manicouagan comporte des herbiers. Les plus importants sont situés dans la baie Henri-Grenier à l'ouest de Pointe-Lebel. Ce sont des marais salés à Spartina alterniflora, de faible étendue.

La faune benthique de l'estuaire est peu diversifiée et de faible densité. La partie dulcicole de l'estuaire supporte des communautés benthiques composées d'espèces d'eau douce, particulièrement des larves d'insectes et des oligochètes. Ce milieu est très peu productif. Dans la zone de transition entre l'eau douce et l'eau salée on retrouve un groupement dominé par les oligochètes. Dans ce milieu, seul les organismes qui peuvent résister à des changements réguliers de salinité et de température sont abondants. Cette zone est caractérisée par une très faible diversité spécifique.

Au niveau du delta sablonneux, la diversité augmente et on retrouve des espèces qui s'apparentent au benthos de l'estuaire maritime du St-Laurent. Au large de Pointe Lebel la communauté benthique est dominée par les amphipodes et par une colonie abondante du bivalve Mesodesma arctatum. Sur la zone littorale marine, la faune benthique est plus diversifiée et comprend des espèces caractéristiques des eaux plus profondes, notamment les amphipodes et les polychètes. Il semble que cette communauté subisse peu l'influence de la rivière Manicouagan, mais qu'elle soit plutôt régie par les eaux de l'estuaire maritime du St-Laurent (Roche 1987).

La faune ichtyenne de l'estuaire est composée notamment de quatre espèces d'eau douce qui fraient dans la zone dulcicole en amont de l'estuaire. Ce sont le meunier rouge, le meunier noir, la lotte et la perchaude. On note aussi la présence de sept espèces anadromes, soit le grand corégone, le poulamon, l'esturgeon noir, l'éperlan, le gaspareau, l'omble de fontaine (truite de mer) et le saumon atlantique. Ces deux dernières espèces sont occasionnelles et ne fraient pas dans la Manicouagan. L'éperlan est l'espèce anadrome la plus abondante.

Quelques espèces marines sont fréquemment rencontrées dans la zone littorale marine. Le capelan et le lançon fraient sur le banc de sable à de faibles profondeurs. Le hareng, le maquereau et la plie rouge sont aussi capturés dans l'estuaire.

Aucun cétacé n'a été observé dans l'estuaire. Le phoque gris y pénètre parfois.

Rivière-aux-Outardes Un marais intertidal de grande superficie recouvre la rive sud de l'estuaire, de l'embouchure (Pointe aux Outardes) jusqu'à l'Ile aux Branches en amont. Immédiatement à l'intérieur de la Pointe-aux-Outardes, le marais est dominé par Spartina alterniflora dans sa partie basse, alors que le marais supérieur est occupé par Spartina patens. A un kilomètre plus en amont, le marais est composé en proportions égales de S. alterniflora et de Juncus sp. Enfin à 2 km en amont, les Juncus remplacent totalement S. alterniflora (Hart 1987).

La faune benthique est semblable à celle de l'estuaire de la Manicouagan, c'est-à-dire

limitée à des espèces capables de résister à des changements de salinité fréquents. La faune ichtyenne semble peu abondante, bien qu'aucun inventaire systématique ne supporte cette affirmation.

Modifications anthropiques

Les modifications anthropiques des estuaires Manicouagan et Outardes résultent de l'aménagement du complexe hydro-électrique Manic-Outardes. Le harnachement commença effectivement en 1968 avec le remplissage des réservoirs. Pendant cette période de remplissage des réservoirs (1968-1969), les débits furent réduits sous les minimums habituellement observés.

Depuis 1969, les débits sont contrôlés artificiellement. En général, les débits ont augmenté en hiver et diminué en été, provoquant une tendance à l'uniformité qui s'éloigne des fluctuations naturelles. On note toutefois une crue de faible intensité en hiver.

Depuis, Hydro-Québec essaie de recréer artificiellement la crue printannière. Cependant, ces crues sont toujours moins intenses et moins longues que les crues naturelles. De plus, advenant que les niveaux des réservoirs baissent trop, les crues artificielles ne seraient pas libérées (Cataliotti-Valdina et Long 1984).

Impacts des modifications anthropiques

Aspects physiques Les impacts locaux dans chacuns des deux estuaires sont très similaires (tableau 10).

Les effets les plus importants du harnachement d'une rivière sur un estuaire à delta submergé se situe au niveau du régime morpho-sédimentologique. Ainsi lors du remplissage des réservoirs de la Rivière-aux-Outardes, on a noté des déplacements locaux des matériaux du delta où les zones de transport sont devenues des zones de dépôt et vice-versa. L'étude de Cataliotti-Valdina et Long (1984) sur l'estuaire de la Rivière aux Outardes démontre que la régularisation du débit d'eau douce a eu pour effet une diminution de l'érosion des falaises de bordure et un accroissement de l'entrée de matériel d'origine marine. De plus l'absence de pics de crue ne permet plus de laver l'estuaire de tout son matériel fin accumulé en période d'étiage. Le harnachement des rivières modifie la granulométrie des sédiments fluviaux alors que les matériaux en suspension les plus fins franchissent les barrages. De façon globale, Trites et Walton (1975) suggèrent que les modifications dans les débits d'eau douce ont un effet sur l'ensemble des conditions océanographiques du Golfe St-Laurent.

Aspects biologiques Les impacts les plus importants se sont probablement fait sentir durant la phase de remplissage des réservoirs. Durant cette phase l'intrusion saline dans l'estuaire atteint un maximum. Ceci peut causer la destruction d'organismes dulcicoles sessiles ou peu résistants et l'apparition d'organismes d'eau saumâtre. Après le remplissage, les conditions produites par la régularisation des débits d'eau douce conduisent à un nouvel équilibre. On assiste alors à une lente recolonisation d'organismes disparus (Centreau, 1980).

Restauration proposée

En raison du peu d'évidences démontrant les impacts négatifs qu'aurait pu engendrer le harnachement des rivières Manic et aux Outardes, aucun programme de restauration précis n'est proposé. Nous pouvons néammoins faire deux recommandations soit:

- approfondir les connaissances permettant d'évaluer de façon fiable l'influence du

Tableau 10: Estuaires Manicouagan/Outardes: fiche synoptique

Type d'habitat:	Estuaires à delta submergé - estrans sableux - marais intertidal (Rivière-aux-Outardes)
Modifications anthropiques:	Harnachement - modification des débits d'eau douce
Impacts des modifications:	- modification du régime morphosédimentologique - modification du régime hydrodynamique - effets possibles à grande échelle sur l'écosystème du Golfe St-Laurent
Restauration proposée:	aucune.

harnachement des rivières sur l'écosystème estuarien local et sur l'écosystème global du Golfe Saint-Laurent

- le cas échéant, veiller à ce que la Société Hydro-Québec poursuive et améliore sa création de crues artificielles amorcées depuis quelques années.

DISCUSSION

L'examen de la problématique environnementale des dix sites retenus révèle que certains ont un potentiel de restauration élevé alors qu'un plan de restauration n'est pas requis ou envisageable pour d'autres. Il importe maintenant de classifier ces sites selon ce potentiel de restauration. Cette classification suggère un ordre de priorité qui pourra guider les interventions aux différents sites.

Les cinq critères de classifications utilisés sont les suivants:

1. impacts écologiques des perturbations;
2. impacts socio-économiques des perturbations;
3. facilité et faisabilité de la restauration;
4. impacts écologiques de la restauration;
5. impacts socio-économiques de la restauration.

On a attribué, pour chaque critère, une cote variant de 1 (faible) à 3 (fort). La valeur moyenne attribuée à un site donné indique son intérêt relatif de restauration. Certains sites ont des valeurs manquantes pour les critères 3, 4 et 5 parce qu'aucun scénario de restauration n'a été présenté. Le résultat de la classification est présenté au tableau 11.

Les cotes moyennes varient de 1,4 à 2,4. Le barachois de Grand-Pabos obtient la plus haute cote. Les perturbations causées par le remplissage et la contamination affectent une superficie relativement importante d'un habitat à haute productivité biologique et les restaurations proposées permettraient à long terme de recouvrer le potentiel écologique per-

du. Ce site présente aussi un potentiel récréatif et culturel non négligeable. Sa restauration s'inscrirait dans le cadre d'une volonté régionale de mettre en valeur un patrimoine environnemental et culturel. Les moyens à mettre en oeuvre pour la restauration impliquent d'importants travaux d'aménagement mais ne font appel qu'à des technologies relativement simples.

Le marais intertidal de Gros-Cacouna et la Baie des Anglais offrent des potentiels de restauration comparables (cote de 2,2). Leur problématique et leur restauration sont cependant très différentes. Dans le cas du marais de Gros-Cacouna, il s'agit d'un habitat écologiquement important pouvant être restauré avec des techniques relativement simples. Le gain en habitat serait important pour l'écosystème marin adjacent et permettrait à quelques pêcheurs de récupérer leurs zones de pêche traditionnelle. La Baie des Anglais, pour sa part, représente l'un des milieux les plus contaminés du territoire maritime québécois. L'intérêt de sa restauration réside principalement dans l'impact positif sur la santé des consommateurs de produits marins locaux et sur l'opinion publique en général. On réduira aussi les risques d'une catastrophe écologique dans l'écosystème marin adjacent. Les travaux de restauration posent cependant un problème de taille qui impliquent le développement de nouvelles technologies de restauration.

Le barachois de Bonaventure et la Baie des Ha! Ha! offrent aussi des potentiels de restauration comparables (cote de 1,8). Il s'agit, encore une fois, de deux problématiques fort différentes. Pour le barachois de Bonaventure, les impacts d'une restauration se feraient surtout sentir par un gain en habitat, les retombées socio-économiques étant relativement faibles. Cependant la procédure de restauration serait simple et peu coûteuse. La Baie des Ha! Ha!, pour sa part, est un milieu moyennement productif mais fortement contaminé. Cette contamination est susceptible d'entraîner des répercussions sur la santé publique en raison de l'essor de la "pêche blanche" dans cette région. C'est d'ailleurs surtout à ce niveau que se feraient sentir les impacts positifs d'une restauration. Celle-ci pose cependant un problème technique en raison de la grande profondeur à laquelle se trouvent certaines des zones contaminées. La Baie des Sept-Iles, comportant deux sites perturbés (Pointe Noire et port de Sept-Iles) ne récolte qu'une cote de 1,4. Il s'agit en effet d'un site où les perturbations ont peu d'impacts écologiques et socio-économiques. La restauration envisagée est mineure et n'entraînerait que peu de retombées positives. Par contre, il s'agit de travaux de faible envergure faciles à réaliser.

Aucune restauration n'est envisagée pour les marais de Kamouraska, les estuaires des rivières Manic et aux Outardes et la baie de Port-Cartier. Par conséquent aucune cote moyenne n'a été calculée.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

L'inventaire des modifications anthropiques du littoral maritime québécois a mis en évidence l'existence de 357 perturbations. La plupart de ces perturbations sont de faible importance. La méthodologie utilisée ne permettait toutefois d'identifier que les perturbations visibles. Elle laisse généralement dans l'ombre les perturbations causées par les contaminants liquides ou solides. Souvent les effluents, qu'ils soient municipaux ou industriels, sont difficilement repérables.

Les dix sites les plus perturbés ont fait l'objet d'une analyse approfondie. A ces sites les principales perturbations étaient de nature

Tableau 11: Grille d'analyse des sites retenus

	Ampleur des perturbations[1]		Faisabilité de la restauration[2]	Impacts de la restauration[1]		Cote moyenne
	Impacts écolo.	Impacts soc.écon.		Impacts écolo.	Impacts soc.-écon.	
-Barachois Bonaventure	2	1	3	2	1	1.8
-Barachois Grand Pabos	3	2	2	3	2	2.4
-Marais de Kamouraska	1	1	-	-	-	-
-Marais de Gros Cacouna	3	2	2	3	1	2.2
-Baie des Ha! Ha!	2	2	2	1	2	1.8
-Baie des Anglais	3	2	1	2	3	2.2
-Baie des Sept-Iles	1	1	3	1	1	1.4
-Port-Cartier	1	1	-	-	-	-
-Manic/ Outardes	2	1	-	-	-	-

[1]1: faible, 2: moyen 3: fort
[2]1: niveau d'effort élevé, 2: moyen, 3: faible
-: ne s'applique pas

physique (remblayage et empiètement) ou associées à la présence de substances toxiques. Les principaux impacts négatifs observés sur l'habitat du poisson sont généralement la perte de capacité de support et la contamination du milieu.

Les interventions requises pour la restauration de ces sites étaient de trois types:

1. l'élimination d'infrastructures et/ou l'aménagement physique des lieux;
2. l'élimination des sources contaminantes et la décontamination du ou d'une partie du site;
3. la recolonisation de l'habitat.

Sur la base des résultats obtenus lors de cette étude nous proposons les recommandations suivantes:

1. compléter cette étude par un inventaire exhaustif des effluents en milieu côtier et

des perturbations engendrées par leurs rejets;

2. préparer des recommandations et des lignes directrices visant à harmoniser le développement industriel de secteurs tels Baie-Comeau, Baie des Sept-Iles et Baie des Ha! Ha! avec les impératifs de protection de l'habitat du poisson;

3. préparer un répertoire complet des méthodes et technologies de restauration;

4. procéder à un essai-pilote de restauration à un site présentant divers types de perturbations tel celui de la Baie du Grand-Pabos. Cet essai devrait comporter trois étapes soient: la caractérisation détaillée du site, la restauration de l'habitat et le suivi environnemental du milieu;

5. instaurer un programme de suivi environnemental suite à la restauration de chacun des sites.

RÉFÉRENCES

Adams, S.M. 1976a. The ecology of eelgrass, Zostera marina, (L.) fish communities. I. Structural analysis. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 22:269-291.

Anonyme 1976. Aménagement industrialo-portuaire et urbain de la zone Baie-Comeau-Hauterive. Rapport présenté à l'Office de Développement du Québec et au Ministère de l'Industrie et du Commerce (Québec). 4 Tomes.

Anonyme 1981. Projet de terminal Méthanier à Gros-Cacouna: Rapport d'enquête et d'audience publique. Volume A: le Rapport, Bureau d'audiences publiques sur l'environnement, Gouvernement du Québec, 176 p.

Anonyme 1984. Contamination des produits de la pêche dans la région de Baie-Comeau. Contamination par les biphényles polychlorés et intoxication paralysante par les mollusques. Ministère de l'Environnement et ministère des Affaires sociales du Québec, 12 p.

Beak 1980. Etude des répercussions environnementales dues au dragage et à l'élimination des déblais à l'usine de la Consolidated-Bathurst de Port-Alfred (La Baie). Rapport final présenté à Consolidated-Bathurst inc. 72p.

Beak 1981. Etude des répercussions environnementales dues au dragage et à l'élimination des déblais aux installations portuaires de l'Alcan, à La Baie, Baie des Ha! Ha!, Québec.Rapport présenté à la société Alcan, 122 p. + ann.

Berkes, F. 1976. Ecology of euphausiids in the Gulf of St-Lawrence. J. Fish. Res. Bd. Can. 33:1894-1905.

Bertrand, P., S. Fournier et Y. Vigneault 1986. Concentrations en biphényles polychlorés et en métaux dans les sédiments et les organismes marins de la Baie des Anglais (Québec). Rapp. Stat. Can. Sci. Halieut. Aquat. no 568, 50 p.

Bertrand, P., G. Verreault, Y. Vigneault et G. Walsh 1988. Biphényles polychlorés dans les sédiments et les organismes marins de la Baie-des-Anglais (Côte Nord du golfe Saint-Laurent). Rapp. Tech. Can. Sci. Halieut. Aquat. no.1669, 41p.

Blum, J.L. 1969. Nutrient changes in water flooding the high salt marsh. Hydrobiol. 34:95-99.

Boucher, G. et M. Lagacé 1979. L'endiguement des marécages de Kamouraska, Document préliminaire, Ministère du Tourisme de la Chasse et de la Pêche. Sept. 1979, 11p.

Brotherton, G., R. Garrett, G. Lejeune, P. Nadon, et J.L. Tremblay 1985. Pabos, site historique et archéologique. Corporation du Bourg de Pabos Musée de la Gaspésie. 78p.

Byron, M.M. 1968. Net nutrient exchange between high marsh areas and an estuary. MS Thesis, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, 22 pp.

Cain, R.L. et J.M. Dean 1976. Annual occurrence, abundance and diversity of fish in a South Carolina intertidal creek. Marine Biology 36:369-379.

Cataliotti-Valdina, D. et B.F. Long 1984. Evolution estuarienne d'une rivière régularisée en climat sub-boréal: la rivière aux Outardes (Côte-Nord du golfe du Saint-Laurent, Québec). Can. J. Earth Sci. 21:25-34.

CENTREAU 1980. Méthodologie d'étude des impacts physiques sur les estuaires des rivières nordiques du Québec à la suite de leur aménagement hydro-électrique. Rapport CRE-80-05. 192 p.

Champagne, P., R. Denis et C. Lebel 1983. Etablissement de modèles caractérisant l'équilibre dynamique des estrans de la rive sud du moyen estuaire du Saint-Laurent. Rapp. Man. Can. Sci. Halieut. Aquat, no. 1711: 60 p.

Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent 1978. Rapport d'étude sur le tronçon en aval de Montmagny. 5 tomes, 1453 p.

Côté, R 1983. Aspects toxiques du cuivre sur la biomasse et la productivité du phytoplancton de la rivière du Saguenay, Québec. Hydrobiol. 93: 85-95.

Côté, R. et G. Lacroix 1982. Dynamique saisonnière de la production primaire dans le fjord du Saguenay (Québec). Eau du Québec, vol. 15, no 3, pp. 288-293.

Drainville, G. 1968. Le fjord de Saguenay: I. Contribution à l'océanographie. Naturaliste Can. 95(4): 809-855.

Drainville, G. 1971. Le fjord du Saqguenay. II. La faune ichtyologique et les conditions écologiques. Naturaliste Can. 97(6): 623-666.

Dryade 1980. Habitats propices aux oiseaux migrateurs le long des rives: de la Rivière Outaouais, de la Rivière Richelieu, du Fleuve Saint-Laurent, de la Péninsule gaspésienne, des Iles-de-la-Mademeine. Rapport présenté au Service canadien de la faune. Environnement Canada, Région du Québec. 65 p.

Dutil, J.D., M. Fortin et Y. Vigneault, 1982. L'importance des zones littorales pour les ressources halieutiques. Rapp. Man. Can. Sci. Hal. Aquat., no. 1653, 28 p.

Dutil, J.D. et M. Fortin, 1983. La communauté de poissons d'un marécage intertidal de l'estuaire du Saint-Laurent. Nat. Can. 110: 397-410.

Gauthier, J., D. Lehoux et J. Rosa 1980. Les marécages intertidaux dans l'estuaire du Saint-Laurent. Environnement Canada, Service canadien de la faune. 91 p.

Gourde, G. 1980. Les aboiteaux: comté de Kamouraska. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec,181p.

Hart, B.S. 1987. The evolution of the Outardes estuary. Mémoire de maîtrise es Sciences (Océanographie) UQAR. 197 p.

Heinle, D.R. et S.A. Flemer 1976. Flows of materials between poorly flooded tidal marshes and an estuary. Marine Biology 35:359-373.

Heinle, D.R., R.P. Harris, J.F. Ustach et D.A. Flemer 1977. Detritus as food for estuarine copepods. Marine Biology 40:341-353.

IOC 1985. Etude d'impact sur l'environnement, projet de dragage, installation portuaire de la Compagnie minière IOC. 61 p. + ann.

Laflamme, R.E. et R.A. Hites 1978. The global distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in recent sediments. Geochim. Cosmochim. Acta 42:289-303.

Lefebvre, L. et S. Théberge 1984. L'assainissement des eaux de la Baie des Ha! Ha!. Ministère de l'Environnement du Québec, Direction de l'assainissement des eaux.

Lehoux, D. et J. Gauthier 1981. Effet de l'endiguement des marais St-Louis et St-Germain sur les oiseaux migrateurs et leurs habitats. Environnement Canada, Service canadien de la faune. Rapport non publié. 15 p.

Lindall, W.N. Jr. 1973. Alterations of estuaries of South Florida. A threat to its fish resources. Marine Fisheries Review, 35(10): 26-33.

Logimer 1984. Etude du littoral de la MRC de Bonaventure. Rapport présenté à la MRC de Bonaventure, 33 p. + ann.

Logimer 1985. Développement d'un programme de conservation et de reconstitution des habitats lagunaires gaspésiens. Rapport présenté à Pêches et Océans Canada, Division de l'habitat du poisson, 306 p.

Logimer 1987. Evaluation préliminaire de l'évolution à long terme de la qualité de l'écosystème du fjord du Saguenay. Rapport présenté à Parcs Canada, 130 p.

Loring, D.H. et D.J.G. Nota 1973. Distribution of Surface Sediments, Gulf of St. Lawrence. Mar. Sci. Br., Can. Hyd. Carte 811A, 1:1 000 000.

Marier, J.R. 1974. L'effet des déchets de pâtes et papiers sur la vie aquatique. Conseil National de Recherche du Canada, Ottawa, CNRC no. 13502, 50 p.

Marsan, 1979. Sélection d'un site pour l'importance d'un complexe méthanier sur le fleuve Saint-Laurent. Rapport présenté à Petro Canada, 235 p.

MENVIQ 1986. Rapport sur l'échantillonnage des effluents de l'usine de pâtes et papiers, la compagnie Gaspésia ltée, Chandler. Dossier 1171-4201, 49 p.

MENVIQ 1988. Rapport sur l'échantillonnage des effluents de l'usine de pâtes et papiers, la compagnie Gaspésia ltée, Chandler. Dossier 1171-4201, 35 p.

Montague, C.L., V.Z. Alexander et H.F. Percival 1987. Ecological effects of coastal marsh impoundments: a review. Env. Manag.11(6):743-756.

Nixon, S.W. et C.A. Oviatt 1972. Preliminary measurements of midsummer metabolism in beds of eelgrass, Zostera marina. Ecology, 53: 150-153.

Nixon, S.W. et C.A. Oviatt 1973. Ecology of a New England salt marsh. Ecological Monographs 43:463-498.

Odum, E.P. 1975. Ecology. 2nd ed. Holt, Rinehart and Winston, N.-Y. 254 p.

Primeau, S. et M. Goulet 1983. Résultats d'échantillonnage de l'eau et des sédiments de la Baie des Ha! Ha!. Ministère de l'Environnement du Québec, Direction générale des inventaires et de la recherche, 56 p.

Reed, A. et G. Moisan 1971. The spartina tidal marshes of the St.Lawrence estuary and their importance to aquatic birds. Naturaliste Can., 98: 905-922.

Roche 1981. Projet de dragage à l'intérieur du port de Port Cartier. Rapport de surveillance écologique des travaux présenté à la Cie Minière Québec Cartier, 37 p. + ann.

Roche 1984. Projet de développement portuaire du site de Pointe-Noire, étude environnementale initiale. Rapport final présenté à Ports Canada, 486 p.

Roche 1987. Etudes environnementales: Suréquipement des centrales de Manic 1, de Manic 2 et de Manic 3. Rapport synthèse. Hydro-Québec, Direction Environnement, 351 p.

SAB 1988. Echantillonnage bio-physique des habitats estuariens et lagunaires de la Gaspésie. Rapport présenté Pêches et Océans Canada, Division Habitat du poisson, 122p.

Sameoto, D.D. 1976. Distribution of sound scathering layers caused by euphausiids and their relationship to chlorophyll a concentrations in the Gulf of St-Lawrence estuary. J. Fish. Res. Bd. Canada, 33:681 697.

Sérodes, J.B., M.R. Dubé, J. Deschênes 1983. Etude de la dynamique sédimentaire et du pouvoir de transformation des zones intertidales de l'estuaire moyen du Saint- Laurent: cas des estrans de Kamouraska. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, 90 p.

Simard, Y. 1974. Etude des variations temporelles de la température, de la salinité, des courants, des silicates et du zooplancton de la baie des Hal Hal. Rapport non publié du département de biologie de l'Université Laval, 44 p.

Smith, R.L. 1980. Ecology and field biology. Harper et Row Publishers, New York, 835 p.

SNC 1983. Etude d'impact sur l'environnement: travaux d'agrandissement des installations portuaires de la Société Canadienne des Métaux Reynolds à Baie-Comeau. Rapport présenté à la Société Reynolds.

Théberge, S. 1985. Justification des contraintes de traitement et de localisation de l'émissaire à La Baie. Ministère de l'Environnement du Québec, Direction générale de l'assainissement des eaux. No EMA 85-129, 23 p. + ann.

Thompson, P.T. et R. Côté 1985. Influence de la spéciation du cuivre sur les populations phytoplanctoniques naturelles de la rivière du Saguenay, Québec, Canada. Int. Revues ges. Hydrobiol, 70(5):711-731.

Trites, R.W. et A. Walton 1975. A Canadian Coastal Sea:The Gulf of St-Lawrence. Bedford Institute of Oceanography, Report Series BI-R-75-15, 29 p. + ann.

Vladikov, V.D. 1944. Etudes sur les mammifères aquatiques .IV. Chasse, biologie et valeur économique du Marsouin Blanc ou Bélouga, Delphinapterus leucas, du fleuve et du golfe Saint-Laurent. Dept. Pêches., Québec, Contrib. No. 14, 194 p.

Woodhouse, W.W. Jr. et P.L. Knutson 1982. Atlantic Coastal Marshes. In: Creation and restoration of coastal plant communities. R.R. Lewis ed., CRC Press Florida, pp. 45-70.